Ex Libris *No.* 468

SIR WILLIAM CROOKES, O.M., LL.D., F.R.S.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

TOME VINGT-CINQUIÈME

Revue générale des Sciences

pures et appliquées

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

FONDATEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS**, Docteur ès Sciences, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

COMITÉ DE RÉDACTION

MM. **Paul APPELL**, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris; **E.-L. BOUVIER**, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle; **E. DEMENGE**, Ingénieur civil; **E. GLEY**, Professeur au Collège de France; **Ch.-Ed. GUILLAUME**, Correspondant de l'Institut; **A. HALLER**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne; **E. HAUG**, Professeur à la Sorbonne; **L. MANGIN**, Membre de l'Institut; Professeur au Muséum d'Histoire naturelle; Vice-Amiral **PHILIBERT**; **Em. PICARD**, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.

Secrétaire de la Rédaction : LOUIS BRUNET.

TOME VINGT-CINQUIÈME

1914

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

Librairie Armand Colin

103, Boulevard Saint-Michel, Paris, 5e

TABLES GÉNÉRALES DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES VINGT-CINQ PREMIERS VOLUMES

DE LA "REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES"

(1890-1914)

Ces tables ont été entreprises sur la demande d'un certain nombre de nos lecteurs pour faciliter la recherche des matières publiées dans la *Revue* depuis l'origine, que la consultation des 25 tables annuelles séparées rendait souvent laborieuse.

Elles se composent de deux parties :

1° Une *Table analytico-alphabétique des matières*, où les divers articles ont été classés par chapitres correspondant à un ordre de science (voir à la page suivante la table de ces chapitres) ; dans chacun d'eux, les matières ont été groupées par ordre alphabétique de sujet ; pour les matières qui chevauchent sur deux chapitres, les indications figurent en double, ou bien des renvois ont été faits. Chaque titre d'article est suivi du nom de l'auteur entre parenthèses ;

2° Une *Table alphabétique par noms d'auteurs*, où chaque nom d'auteur est suivi de la liste de ses articles.

Limitées à l'origine aux seuls articles originaux, nous avons été amené à adjoindre à ces tables un certain nombre de notes importantes, parues dans la Chronique, la Bibliographie ou les Académies. Pour distinguer ces deux catégories de matières, les articles originaux, sous chaque nom de matière ou d'auteur, ont d'abord été groupés ensemble et composés en gros caractères ; les autres notes suivent en caractères plus petits.

Les chiffres imprimés en caractères gras indiquent le volume de la *Revue* auquel il faut se reporter ; les chiffres maigres, la page de ce volume.

L. B.

TABLE DES MATIÈRES

Table analytico-alphabétique III

I. — Généralités III

II. — Revues générales III

III. — Notices nécrologiques IV

IV. — Histoire de la Science V

V. — Enseignement, Institutions VI

VI. — Mathématiques VI

VII. — Astronomie, Géodésie, Météorologie VIII

VIII. — Mécanique et Génie civil X

IX. — Physique XIII

X. — Chimie XX

XI. — Chimie biologique XXV

XII. — Cristallographie XXV

XIII. — Géographie XXVI

XIV. — Géologie et Géographie physique, Minéralogie et Paléontologie XXVIII

XV. — Biologie générale XXX

XVI. — Botanique et Agronomie XXXI

XVII. — Zoologie XXXIII

XVIII. — Anatomie et Physiologie XXXV

XIX. — Anthropologie et Ethnologie XXXVIII

XX. — Sciences médicales XXXVIII

Table par noms d'auteur XLIII

TABLE ANALYTICO-ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

I. — Généralités.

Association allemande. — Le 75e Congrès de l'A. des naturalistes et médecins a. (*A. Gradenwitz*), **14**, 1073. — Le 76e Congrès de l'A. des naturalistes et médecins allemands (Breslau, 1904), **15**, 1141. — Le 80e Congrès de l'A. des n. et m. a. (Cologne, 1908), (*A. Gradenwitz*), **20**, 103.

Association britannique. — Le Congrès de l'A. b. à Edimbourg (1892), (*L. Olivier*, etc.), **3**, 693. — Le Congrès de l'A. b. à Oxford (1894), (*Schoute*, etc.), **5**, 949. — Le Congrès de l'A. b. à Belfast (1902), (*P. R. Williamson*), **13**, 1018. — Le Congrès de l'A. b. à Sheffield (1910), (*L. Brunet*), **21**, 940.

Association française. — Le Congrès de l'A. f. à Besançon (1893) (*F. Regnault*), **4**, 569. — Le Congrès de l'A. f. à Caen (1894), (*C. Laisant*, etc.), **6**, 159.

Le Congrès de l'A. f. à Saint-Etienne (1897), **8**, 691.

Association internationale. — L'A. i. des Académies, **11**, 917.

Bibliographie. — Les travaux de la Conférence bibliographique de Bruxelles (1895), (*C. Gariel*), **6**, 833. — Les récents travaux de B. scientifique (*Sébert*), **10**, 653.

Catalogue. — Création d'un C. international de Littérature scientifique (*J. Deniker*), **7**, 894. — La 2e Conférence du C. scientifique international (*J. Deniker*), **9**, 837.

Commerce. — La méthode scientifique en C. et en industrie (*M. Schwob*), **8**, 202. — Le C. extérieur de la France au XIXe siècle (*M. Bichon*), **12**, 759. — L'esprit scientifique dans les méthodes d'expansion commerciale de l'Allemagne (*P. Clerget*), **13**, 334. — L'évolution du C. du monde et ses relations avec les découvertes scientifiques au XIXe siècle (*M. Bichon*), **14**, 1191.

Congrès [1]. — Le C. scientifique international de Buenos-Ayres (*E. Herrero Ducloux*), **21**, 841.

Esperanto. — Le problème scientifique d'une langue artificielle. Fondements et progrès de l'E. (*E. Colardeau*) **14**, 947. — Les progrès de l'E. (*A. Cotton*), **20**, 223.

Sur une nouvelle langue artificielle : l'E. (*Ch. Méray*), **11**, 417. — Quelques observations sur l'E. (*C. Bareau*), **15**, 58; (*P. Fruictier*), **15**, 223; (*André Broca*), **15**, 224.

Etats-Unis. — Le mouvement scientifique aux E. U. (*J. Violle*), **5**, 889.

Industrie. — La méthode scientifique en commerce et en I. (*M. Schwob*), **8**, 202.

Science. — La philosophie des S., d'après M. de Freycinet (*G. Kœnigs*), **12**, 368. — Du rôle des préoccupations industrielles dans les progrès de la S. pure (*H. Le Chatelier*), **12**, 1099.

S. et poésie (*J. Janssen*), **13**, 1109. — La Section des S. au Congrès international de Sciences historiques (Rome, 1903), (*E. Lebon*), **14**, 590.

Société. — Le Congrès de la S. helvétique des Sciences naturelles à Berne (1898), (*A. Granger*), **9**, 699.

Le cinquantenaire de la S. chimique de France, **18**, 477.

II. — Revues générales.

Aérotechnique expérimentale : (*Ch. Maurain*), **25**, 679.

Agronomie : (*P. P. Dehérain*), **2**, 817; **3**, 789; **4**, 730; **5**, 867; **6**, 1008; **8**, 65; **9**, 150; **10**, 63; **11**, 82; **13**, 152; (*D. Zolla*), **18**, 319; **19**, 577; **20**; 631; **21**, 779; **22**, 878; **23**, 704; **24**, 730.

Analyse : (*Em. Picard*), **1**, 702; **3**, 725; **8**, 957.

Anatomie : (*H. Beauregard*), **5**, 618; **6**, 847; **7**, 715; **8**, 669; **9**, 784; **10**, 869; (*E. Laguesse*), **11**, 1184; **12**, 1020; **13**, 1088; **14**, 1101; **15**, 1082; **16**, 1095; **17**, 1062; **18**, 968; **19**, 986; **20**, 1001; **22**, 70; **23**, 67; **25**, 259.

Astronomie : (*G. Bigourdan*), **1**, 172; **2**, 110; **3**, 52; (*O. Callandreau*), **4**, 44; (*G. Bigourdan*), **5**, 45; (*F. Tisserand*), **6**, 380; (*J. Janssen*), **7**, 485; (*G. Bigourdan*), **8**, 508; **9**, 650; **10**, 316; (*O. Callandreau*), **11**, 746; **12**, 712; (*Th. Moreux*), **17**, 277; (*P. Puiseux*), **21**, 342; **22**, 494; **23**, 474; **24**, 700; **25**, 746.

Botanique : (*L. Mangin*), **1**, 236; **2**, 255; **3**, 367; **4**, 179; **5**, 450; **7**, 439; **9**, 574; (*F. Péchoutre*), **11**, 1046; **13**, 250; **15**, 859; **18**, 234; **22**, 160.

Chimie appliquée : Grande Industrie (*H. Boucheron*), **1**, 112; (*G. Lunge*), **2**, 40; **3**, 120; **4**, 107; **5**, 120.

Matières colorantes (*Ph. A. Guye*), **1**, 115; **2**, 47; **3**, 123; **4**, 110; **5**, 122.

Chimie organique (*P. Lemoult*), **22**, 571.

Chimie minérale : (*A. Mailhe*), **16**, 172; **17**, 191; **18**, 159; **19**, 322; **20**, 548; **21**, 388; **22**, 240; **23**, 233; **24**, 428.

Chimie organique : (*L. Bouveault*), **15**, 195; **17**, 941; (*A. Mailhe*), **21**, 860; **22**, 689; **23**, 781; **25**, 67.

Chimie physiologique : (*E. Lambling*), **16**, 19, 75; **17**, 326, 376; **20**, 128, 175; **23**, 586, 626.

Chimie physique : (*P. Dutoit*), **18**, 365; (*C. Marie*), **22**, 411; **24**, 233.

Chimie pure [1] : (*A. Etard*), **1**, 444; **2**, 476; **3**, 512; **4**, 463; **5**, 534; **6**, 781; **7**, 775; **8**, 593; **9**, 856; **10**, 705; **12**, 134, 1076; **14**, 450.

Chirurgie : (*H. Hartmann*), **1**, 512; **2**, 543; **3**, 709; **4**, 669; **5**, 685; **6**, 937; **7**, 873; **8**, 751; **9**, 946; **10**, 784; **11**, 1276; **12**, 881; **13**, 1032; **15**, 34; **16**, 993; **18**, 794; **21**, 981.

Electromagnétisme : (*Eug. Bloch*), **24**, 309.

Embryologie (*G. Loisel*), **12**, 1128; **13**, 1139, 1188; **15**, 86, 144; **16**, 376; **17**, 456; **20**, 266; **21**, 692; (*A. Weber*), **25**, 779.

Géographie et Exploration : (*H. Dehérain*), **5**, 378; **6**, 620; **7**, 651; **9**, 713; **10**, 955; **11**, 1233; **13**, 39; **15**, 941.

Géographie économique : (*P. Clerget*), **23**, 278; **25**, 517.

Géologie : (*L. Carez*), **1**, 577; **2**, 608; **3**, 639; (*E. Haug*), **4**, 596; **5**, 748; **6**, 1086; **8**, 154; **9**, 495; **10**, 627; **11**, 1333; **13**, 477; **14**, 815; (*J. Révil*), **18**, 885; **20**, 414, 452; **21**, 246, 297; **22**, 721; **24**, 387.

Hygiène : (*J. Rochard*), **1**, 47; (*L. Olivier*), **2**, 172; **3**, 188; **4**, 380; (*P. Langlois*), **7**, 348; (*L. Olivier*), **9**, 237; (*J. P. Langlois*), **11**, 203; **13**, 881; **17**, 820, 865; **19**, 905; **22**, 959; **24**, 623.

Industries de l'alimentation : (*L. Lindet*), **21**, 157.

Marine : (*A. Croneau*), **4**, 441; **6**, 151; **17**, 310; **23**, 665, 695.

Mécanique appliquée : (*L. Lecornu*), **14**, 387; **16**, 821; **20**, 30; **23**, 548.

Médecine : (*E. de Lavarenne*), **1**, 773; **2**, 748; **3**, 855; **4**, 804; (*A. Létienne*), **6**, 1049; **8**, 341; **9**, 75; **10**, 476; **11**, 1099; **12**, 923; **13**, 983; **14**, 1211; **15**, 991; **16**, 904; **17**, 982; **19**, 190; **20**, 367; **21**, 64; (*A. Gouget*), **24**, 59.

[1] Pour les Congrès relatifs à des Sciences spéciales, voir la table au nom de ces Sciences.

[1] Depuis l'année 1904, la Revue de Chimie pure a été partagée en Revues de Chimie physique, minérale, org[illegible] et physiologique.

Métallurgie : (*U. Le Verrier*), **6**, 177.
Mycologie : (*P. Vuillemin*), **21**, 432, 473; **22**, 799; **24**, 183.
Optique : (*L. Houllevigue*), **22**, 650; **23**, 858; **25**, 440.
Paléontologie : (*C. Depéret*), **21**, 556.
Paléontologie végétale : (*F. Pelourde*), **24**, 103.
Pathologie générale : (*Ch. Achard*), **23**, 148.
Pétrographie : (*Alb. Michel-Lévy*), **24**, 500.
Physiologie : (*L. Fredericq*), **1**, 636; **2**, 666; **3**, 577; **4**, 535; **5**, 979; **7**, 96; **8**, 867; **10**, 152; **11**, 888; **12**, 797; **13**, 629; **14**, 1261; **16**, 517; **17**, 650; **19**, 66, 106; **20**, 703, 743; **22**, 279; (*H.* et *L. Fredericq*), **24**, 931.
Physiologie des Invertébrés : (*J. Strohl*), **25**, 595.
Physique[1] : (*C. Gariel*), **1**, 302; **2**, 415; **3**, 447; **4**, 313; **5**, 284; **6**, 550; **7**, 568; (*L. Poincaré*), **8**, 413; **9**, 418; **10**, 387; **14**, 28, 88.
Psychologie physiologique : (*J. Soury*), **6**, 62.
Zoologie : (*H. Beauregard*), **1**, 371; **2**, 332; **3**, 278; **4**, 250; (*R. Koehler*), **5**, 202; **6**, 271; **7**, 213; **8**, 266; **9**, 332; **10**, 238; (*L. Roule*), **11**, 598; *R. Koehler*), **12**, 180; **13**, 344; (*M. Caullery* et *F. Mesnil*), **14**, 608; **15**, 594; **17**, 34, 83; **18**, 833; **20**, 845, 877.
Zoologie générale : (*M. Caullery*), **23**, 353, 395.
Zoologie spéciale : Reptiles, Batraciens, Poissons (*L. Roule*), **23**, 934; Mollusques et Tuniciers (*Ed. Lamy*), **24**, 852; Vers (*Ch. Gravier*), **25**, 149.

III. — Notices nécrologiques.

Abbadie (Antoine d'), (*C. Bassot* et *H. Dehérain*), **8**, 285.
Abegg (R.), (*C. Marie*), **21**, 319.
Agassiz (Al.), (*M. Caullery*), **21**, 318.
André (Ch.), (*J. Boster*), **23**, 533.
Angström (K.), (*K. B. Hasselberg*), **21**, 365.
Arloing (S.), (*J. Courmont*), **22**, 261.
Arth (G.), (*A. Haller*), **20**, 689.
Avebury (Lord, Sir John Lubbock), (*E. L. Bouvier*), **24**, 748.
Balbiani (X), **10**, 609.
Ballay (Dr), (G. R.), **13**, 114.
Baumann (Oscar), (*H. Dehérain*), **10**, 841.
Beauregard (H.), (*E. Laguesse*), **11**, 621.
Becquerel (Edmond), (*M. Brillouin*), **2**, 350.
Becquerel (Henri), (*A. Broca*), **19**, 802.
Bemmelen (J. D. van), (*P. Duhem*), **21**, 802.
Beneden (Ed. van), (*L. Fredericq*), **21**, 409.
Bernard (Noël), (*Ch. Pérez*), **22**, 181.
Berthelot (Marcelin), (*C. Matignon*), **18**, 348.
Bertrand (Marcel), (*J. Révil*), **18**, 217.
Bertrand (Joseph), (*M. Brillouin*), **12**, 115.
Bischoffsheim (R.), (*Ch. Nordmann*), **17**, 581.
Blanchard (Emile), **11**, 165.
Bonnet (O.), (*M. d'Ocagne*), **4**, 207.
Bornet (Ed.), (*L. Mangin*), **23**, 1, 538.
Bosscha (J.), **22**, 432.
Bouquet de la Grye (*E. Caspari*), **21**, 133.
Bourlet (C.), (*R. Bricard*), **24**, 717.
Bouveault (L.), (*A. Haller*), **20**, 797.
Bréal (Emile), (*L. Maquenne*), **21**, 2.
Brioschi (F.), **9**, 49.
Brouardel (P.), **17**, 805.
Brunhes (B.), (*M. Lamotte*), **21**, 457.
Bunsen (R. W.), **10**, 650.
Cahours (Aug.), (*Eug. Demarçay*), **2**, 238.
Cailletet (L.), (*E. Mathias*), **24**, 174.
Callandreau (Octave), **15**, 281.
Cannizzaro (St.), (*L. Maquenne*), **21**, 497.
Caro (H.), (*L. Brunet*), **21**, 842.
Catalan (C.), (*J. Boyer*), **5**, 228.
Cesaro (Ernest), **18**, 129.
Chamberland (C.), **19**, 381.
Championnière (J. L.), (*H. Hartmann*), **24**, 825.
Chatin (Ad.), **12**, 57.
Clerke (Mlle A. M.), (*Th. Moreux*), **18**, 429.
Colin (Armand), (*L. O.*), **11**, 765.
Combes (Alphonse), (*E. Charon*), **7**, 933.
Considère (Arm.), **25**, 765.
Cornu (Alfred), (*C. Raveau*), **14**, 1023.
Cornu (Maxime), (*L. Mangin*), **12**, 453.
Cortier (Cap.), (*G. Regelsperger*), **25**, 765.
Cosson (Ernest), (*J. Bertrand*), **1**, 760.
Cureau (A.), (*G. Regelsperger*), **24**, 913.
Curie (Pierre), (*A. Cotton*), **20**, 438.
Cyon (E. de), (*E. Gley*), **23**, 913.
Darwin (G.), (*Ph. Hatt*), **24**, 168.
Daubrée (*A. de Lapparent*), **7**, 627.
Dehérain (P. P.), (*L. Maquenne*), **16**, 752.
Demarçay (Eug.), (*A. Etard*), **14**, 473.
Des Cloizeaux (A.), (*A. Lacroix*), **8**, 486.
Diesel (R.), (*E. Sauvage*), **25**, 45.
Dieulafoy (Dr), (*L. Rénon*), **22**, 710.
Ditte (A.), (*A. Guntz*), **19**, 969.
Dohrn (A.), (*M. Caullery*), **20**, 829.
Du Bois Reymond (Em.), (*G. Weiss*), **8**, 45.
Duchartre (P.), (*Ch. Flahault*), **6**, 87.
Duclaux (Emile), (*Gab. Bertrand*), **15**, 625.
Durand (Th.), (*E. de Wildeman*), **23**, 129.
Engelmann (Th. W.), (*M. Arthus*), **20**, 566.
Etard (Al.), (*L. Olivier*), **21**, 581.
Faye (H.), (*Ch. Nordmann*), **13**, 897.
Filhol (H.), **13**, 545.
Fizeau (Louis), (*L. Poincaré*), **7**, 845.
Fleming (Mme), (*Th. Moreux*), **22**, 593.
Flower (W. H.), (*E. Ray Lankester*), **10**, 537.
Forel (F. A.), (*J. Thoulet*), **23**, 801.
Fouqué (F.), (*Ph. Glangeaud*), **15**, 369.
Foureau (F.), (*G. Regelsperger*), **25**, 133.
Frankland (Edw.), **10**, 649.
Freer (P. C.), **23**, 803.
Frémy (Edm.), (*P. P. Dehérain*), **5**, 139.
Friedel (Ch.), (*A. Gautier*), **10**, 375.
Gaudry (Albert), (*Ph. Glangeaud*), **20**, 245.
Gentil (Emile), (*G. Regelsperger*), **25**, 421.
Giard (A.), (*M. Caullery*), **19**, 761.
Gibbs (J. W.), (*H. Le Chatelier*), **14**, 644.
Grandeau (L.), (*D. Zolla*), **22**, 745.
Greard (Octave), (*H. Léonardon*), **15**, 473.
Grimaux (Ed.), (*Paul Adam*), **11**, 713.
Hamy (E. T.), (*J. Deniker*), **20**, 1.
Hansen (G. A.), (*H. P. Lie*), **23**, 257.
Hébert (Edm.), (*J. Bergeron*), **1**, 223.
Heidenhain (R.), (*A. D.*), **8**, 853.
Helmholtz (H. von), (*L. Poincaré*), **5**, 771.
Henry (Louis), (*P. Bruylants*), **24**, 453.
Hermite (Ch.), (*P. Appell*), **12**, 109.
Hertz (H.), (*L. Poincaré*), **5**, 64; (*H. von Helmholtz*), **16**, 1025.
Herzen (Alex.), **18**, 85.
Hirn (G. A.), (*Aimé Witz*), **1**, 62.
Hirsch (A. D.), **12**, 395.
Hofmann (A. W. von), (*A. Combes*), **3**, 432.
Hooker (Sir J. D.), (*J. Beauverie*), **23**, 42.
Hospitalier (Ed.), **18**, 261.
Janssen (J.), (*Ch. Nordmann*), **19**, 223.
Javal (L. E.), (*E. Sulzer*), **18**, 177.
Jurien de la Gravière (*E. Caspari*), **3**, 303.
Kayser (Paul), (*H. Dehérain*), **9**, 393.
Kelvin (Lord), (*P. Lugol*), **19**, 219.
Koch (Robert), (*F. Mesnil*), **21**, 537.
Kowalewski (Sophie), **2**, 128.
Kronecker (Hugo), (*Paul Héger*), **25**, 701.
Kuhne (W.), (*M. Arthus*), **11**, 865.
Ladenburg (A.), (*G. Sarton*), **22**, 937.
Landolt (H.), (*C. Marie*), **21**, 319.
Lannelongue (O.), (*Ch. Achard*), **23**, 41.
Lapparent (A. de), (*Ph. Glangeaud*), **19**, 517.
Laulanié (F.), (*J. Abelous*), **17**, 625.
Laussedat (Colonel), (*M. d'Ocagne*), **18**, 341.
Lauth (Ch.), (*E. Tassilly*), **25**, 217.
Lawes (J. B.), **11**, 1029.
Lecoq de Boisbaudran (*G. Urbain*), **23**, 657.
Levasseur (E.), (*G. Blondel*), **22**, 629.
Leveau (G.), (*J. Mascart*), **22**, 50.
Lévy (Maurice), (*J. Hadamard*), **22**, 141.
Lister (J.), (*H. Hartmann*), **23**, 169.
Loewy (Maurice), (*M. Hamy*), **18**, 949.
Lombroso (C.), (*P. Sérieux*), **20**, 987.
Louguinine (W.), (*Ch. Ed. Guillaume*), **23**, 1.
Loutreuil (Aug.), (*J. P. Langlois*), **22**, 221.
Mallard (F. E.), (*G. Wyrouboff*), **5**, 559.
Mannheim (Colonel), (*J. Réveille*), **18**, 49.
Marignac (J. Ch. G. de), (*Ph. A. Guye*), **5**, 436.
Mascart (E.), (*P. Janet*), **20**, 574.

[1] Depuis l'année 1904, la Revue de Physique a fait place à des Revues spéciales : Optique, Electromagnétisme, etc.

Mendéléeff (D. I.), 18, 386.
Mercadier (E.), (*André Broca*), 22, 710.
Michel-Lévy (A.), (*P. Termier*), 22, 781.
Milne (J.), 25, 173.
Milne-Edwards (Alph.), (*R. Blanchard*), 11, 662.
Moissan (H.), (*A. Guntz*), 18, 301.
Mond (L.), (*L. Brunet*), 21, 2.
Mosso (A.), (*Ch. Richet*), 21, 1001.
Mouchez (E.), (*F. Tisserand*), 3, 563.
Munier-Chalmas (*A. de Lapparent*), 14, 1177.
Murray (Sir John), (*L. W. Collet*), 25, 161.
Naudin (Ch.), (*Ch. Flahault*), 10, 457.
Neumayr (Melchior), (*Em. Haug*), 1, 159.
Newcomb (Simon), (*B. Baillaud*), 20, 725.
Nordenskjöld (A. E.), (*H. Dehérain*), 12, 778.
Olivier (Louis), (*Ch. Ed. Guillaume*), 21, 923.
Ollier (L.), (*Dr G. Maurange*), 11, 1254.
Oltramare (G.), (*H. Fehr*), 17, 725.
Osmond (F.), (*H. Le Chatelier*), 23, 685.
Pagnoul (Aimé), (*D. Zolla*), 23, 877.
Parinaud (Henri), 16, 629.
Paris (Vice-amiral), (*H. Busset*), 4, 108.
Péan (J.), (*F. Jayle*), 9, 93.
Péligot (Eug.), (*L. Olivier*), 1, 256.
Perrotin (H.), 15, 325.
Pflüger (E. F. W.), (*M. Arthus*), 21, 366.
Phillips (Ed.), (*H. Léauté*), 1, 719.
Phisalix (C.), 17, 305.
Picard (Alfred), (*P. Appell*), 24, 378.
Pinto (Serpa), (*H. Dehérain*), 12, 111.
Plateau (P.), (*L. Fredericq*), 22, 305.
Poincaré (A. N. H.), (*J. Mascart*), 22, 665.
Potain (P. Ch.), (*H. Vaquez*), 12, 110.
Pouchet (G.), (*H. Beauregard*), 5, 312.
Pringsheim (N.), (*Ch. Flahault*), 5, 1008.
Quatrefages (A. de), (*J. Deniker*), 3, 139.
Radau (R.), (*G. Bigourdan*), 23, 89.
Raoul (E.), (*A. Barillé*), 9, 934.
Raoult (F. M.), 12, 394.
Renard (Colonel Ch.), (*Ch. Ed. Guillaume*), 17, 17.
Renault (Bernard), (*R. Zeiller*), 15, 1057.
Résal (Henri), (*C. Cailler*), 7, 893.
Richet (A.), (*Dr Bazy*), 3, 75.
Ritz (W.), (*P. Weiss*), 20, 861.
Roberts-Austen (W. C.), (*F. Osmond*), 14, 166.
Roozeboom (H. W. Bakhuis), (*H. G. van de Sande Bakhuyzen*), 18, 302.
Rowland (H. A.), 12, 454.
Sabatier (Armand), (*M. Caullery*), 22, 97.
Saporta (Marquis de), (*R. Zeiller*), 6, 359.
Sarrau (E.), (*P. Vieille*), 16, 7.
Schaudinn (F.), (*F. Mesnil*), 17, 677.
Scheurer-Kestner (Aug.), (*Ch. Lauth*), 10, 753.
Schiaparelli (G. V.), (*Th. Moreux*), 21, 629.
Schoute (P. H.), 24, 413.
Schutzenberger (Paul), (*A. Etard*), 8, 525.
Scott (Cap. R. F.), (*L. Brunet*), 24, 129.
Soret (Ch.), (*H. Fehr*), 15, 425.
Soret (L.), (*L. O.*), 1, 352.
Stanley (H. M.), (*H. Dehérain*), 15, 525.
Stas (J. S.), (*G. Charpy*), 3, 40.
Stokes (Sir G. G.), (*M. Brillouin*), 15, 22.
Strasburger (Ed.), (*J. Beauverie*), 23, 764.
Suess (Ed.), (*P. Termier*), 25, 546.
Sylvester (J. J.), (*Em. Picard*), 8, 689.
Tait (P.), (*L. Poincaré*), 12, 777.
Tannery (J.), (*M. Lelieuvre*), 22, 49.
Tannery (P.), 16, 97.
Tatin (V.), (*Ch. Richet*), 24, 373.
Teisserenc de Bort (L.), (*H. Hildebrandsson*), 24, 41.
Tellier (Ch.), (*E. Mathias*), 24, 826.
Thomsen (J.), (*P. Lemoult*), 20, 433.
Thurston (R.), (*L. Lecornu*), 14, 1233.
Topinard (P.), (*J. Deniker*), 23, 213.
Toussaint (H.), (*Dr A. Charrin*), 1, 655.
Trécul (Aug.), (*L. Guignard*), 7, 845.
Trélat (Ul.), (*Dr A. Castex*), 1, 255.
Treub (Melchior), (*B. Hochreutiner*), 21, 881.
Troost (L.), (*C. Matignon*), 22, 822.
Tyndall (John), (*L. Poincaré*), 4, 827.
Van't Hoff (J. H.), (*H. Le Chatelier*), 22, 353.
Van Tieghem (Ph.), (*R. Chodat*), 25, 661.
Verneuil (A.), (*J. Rochard*), 6, 608.
Verneuil (Aug.), (*J. Fleurent*), 24, 413.
Villemin (J. A.), (*H. Vincent*), 3, 776.
Virchow (Rud.), (*M. Labbé*), 13, 949.
Vogt (Carl), (*Eug. Pillard*), 6, 435.
Wallace (A. R.), (*L. Cuénot*), 24, 869.
Weber (Wilhelm), (*F. S. Archenhold*), 2, 528.
Weierstrass (Karl), (*Emile Picard*), 8, 175.
Wyroubolf (G.), (*H. Le Chatelier*), 25, 1.
Zintgraff (*H. Dehérain*), 8, 974.

IV. — Histoire de la Science.

Alcool. — Un point de l'histoire des sciences : la synthèse de l'A. (*M. Berthelot*), 10, 258.
Archimède. — Un traité de Géométrie inédit d'A. (*P. Painlevé; Th. Reinach*), 18, 911, 954.
Astronomie. — L'A. chinoise dans l'antiquité (*L. de Saussure*), 18, 135.
Bretonneau. — Fragments d'histoire médicale : B. et ses élèves (*M. Springer*), 3, 672.
Carnot. — Sadi C. et la science de l'énergie (*G. Mouret*), 3, 465.
Classiques. — Les C. de la Science (*G. Sarton*), 23, 217.
Comte. — Auguste C. et l'histoire des sciences (*P. Tannery*), 16, 410. — Auguste C. et l'histoire scientifique (*V. E. Pepin*), 10, 694.
Connaissance des temps. — La « C. d. T. » et son histoire (*F. Marguet*), 23, 133.
Darwin. — D. géologue (*Sir A. Geikie*), 20, 730.
Descartes. — D. et la Géométrie analytique (*G. Milhaud*), 17, 73. — D. et la loi des sinus (*G. Milhaud*), 18, 223.
Diophante. — Etude sur D. (*G. Milhaud*), 22, 749.
Ether. — Les origines de la théorie de l'E. (*L. Bloch*), 19, 886.
Galilée. — G. et les principes de la Dynamique (*P. Tannery*), 12, 330.
Galois. — L'œuvre mathématique de E. G., à l'occasion de la réédition de ses mémoires (*Em. Picard*), 8, 339.
Gay-Lussac. — Vie et œuvre de G.-L. (*P. Dehérain*), 1, 477.
Géométrie. — La G. au temps de Platon (*G. Milhaud*), 10, 847. — La G. d'Apastamba (*G. Milhaud*), 21, 512.
Hertz. — L'œuvre de Hertz et ses conséquences philosophiques (*H. Ebert*), 5, 741.
Histoire de la science. — L'H. de la S. (*G. Sarton*), 23, 93. — La bibliographie de l'H. de la S. (*G. Sarton*), 23, 131. — La chronologie de l'H. de la S. (*G. Sarton*), 23, 341. — L'H. de la Technologie (*G. Sarton*), 23, 421. — La Société italienne d'H. des S. naturelles et médicales (*G. Sarton*), 23, 537.
Indes. — Ce que l'on disait des I. occidentales avant Christophe Colomb (*P. Duhem*), 19, 402.
Kepler. — La découverte des lois de K. (*G. Bigourdan*), 21, 970.
Lagrange. — L. et d'Alembert d'après leur correspondance (*J. Tannery*), 1, 529.
Lavoisier. — L., d'après M. Berthelot (*L. Olivier*), 1, 573. — L'œuvre de L. (*M. Berthelot*), 11, 921.
Lettre. — Une lettre inédite de Scheele à Lavoisier (*Ed. Grimaux*), 1, 1.
Livingstone. — Le centenaire de L. (*L. Brunet*), 24, 257.
Lomonosoff. — Bicentenaire de la naissance de L. (*G. Sarton*), 23, 300.
Magendie. — La loi de M. au meeting de Portsmouth de la British Association (*L. Fredericq*), 23, 462.
Mathématiques. — Une page de l'histoire des M. en France au XVIe siècle (*Ch. Playoust*), 18, 550.
Mécanique. — L'évolution de la M. (*P. Duhem*), 13, 63, 119, 171, 247, 301, 352, 416. — Barré de Saint-Venant et les principes de la M. (*H. Padé*), 15, 761.
Mersenne. — Le Père M. et la pesanteur de l'air (*P. Duhem*), 17, 769, 809.
Métallurgie. — Les Telchines et les origines de la M. antique (*L. de Launay*), 19, 449.
Oresme. — Un précurseur français de Copernic : Nicole O. (*P. Duhem*), 20, 866.
Pascal. — P. créateur du Calcul des probabilités : précurseur du C. intégral (*G. Perrier*), 12, 482. — Le principe de P., essai histologique (*P. Duhem*), 16, 599.
Pasteur. — P. à Arbois (*A. Loir*), 12, 821.

Pensées. — Quelques P. (*L. Pasteur*), 4, 2.
Physique. — La notion de théorie physique de Platon à Galilée (*P. Duhem*), 20, 554.
Poinsot. — Eloge historique de Louis P. (*J. Bertrand*), 1, 753.
Précession. — La P. des équinoxes, d'Hipparque à Ptolémée et à Képler (*W. Foerster*), 14, 537.
Société Royale. — Le 250e anniversaire de la S. R. de Londres (*G. Sarton*), 23, 506.
Sully Prudhomme. — S. P. mathématicien (*H. Poincaré*), 20, 657.
Terre. — Quel savant a, le premier, imaginé le mouvement de la T.? (*C. Flammarion*), 19, 85.
Trait. — Les origines du T. de perspective. Pietro della Francesca et son école; Alber Durer et Commandin (*E. Rouché*), 2, 401.
Troost. — L'œuvre de M. T. (*H. Moissan*), 11, 1299.
Viète. — François V., d'après des documents nouveaux (*F. Ritter*), 4, 72.

V. — Enseignement, Institutions.

Chimiste. — La formation des C. experts (*J. Cavalier*), 17, 583.
Collège de France. — La chaire d'Histoire naturelle des Corps inorganiques au C. de F. (*A. Michel-Lévy*), 16, 359.
Conservatoire des Arts et Métiers. — Les études de M. et la réorganisation du C. d. A. et M., 11, 716.
Diplôme. — Le projet de réforme du D. d'études supérieures de Mathématiques, 24, 336; (*M. Fréchet*), 24, 192; 25, 221.
Ecole. — L'E. Polytechnique; le but de son enseignement (*A. Cornu*), 7, 898. — L'E. Polytechnique fédérale de Zurich (*C. E. Guye*), 8, 102. — Le cinquantenaire de l'E. française d'Athènes (*G. Radet*), 9, 207. — Les nouv. laboratoires techniques de l'E. Polytechnique de Zurich et ceux de nos Facultés des Sciences (*P. Weiss*), 10, 55; (Discussion : *A. Pérot*, 10, 209; *P. Weiss*, 10, 258; *H. Rigollot*, 10, 335). — La préparation aux E. techniques supérieures (*C. Colson*), 15, 299.
Le 25e anniversaire de la fondation de l'E. de Physique et de Chimie de la Ville de Paris (*E. Tassilly*), 18, 652 — L'E. internationale d'Archéologie et d'Ethnologie américaines (*G. Engerrand*), 23, 841.
Enseignement. — Les laboratoires d'E. chimique primaire à Paris (*J. A. Le Bel*), 3, 88. — L'E. chimique à l'Etranger. Laboratoires nouveaux (*A. Haller*), 6, 201. — L'industrie chimique, l'E. chimique et les Universités (*A. Haller*), 8, 226. — L'E. scientifique général et ses rapports avec l'industrie (*H. Le Chatelier*), 9, 98. — L'E. rationnel de l'Histologie (*A. Prenant*), 11, 638. — Les Universités et l'E. supérieur de l'Agriculture (*Edm. Gain*), 11, 964. — L'E. de l'Embryologie dans les nouv. Universités françaises (*G. Loisel*), 11, 1010; (*A. Nicolas*), 12, 4; (*G. Loisel*), 12, 251. — L'E. public à Malte (*E. Fallot*), 13, 876. — L'E. de la Minéralogie (*G. Wyrouboff*), 14, 9. — L'E. de la Malacologie au Muséum (*J. Joubin*), 15, 174. — L'E. supérieur des Sciences (*P. Appell*), 15, 287. — Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'E. secondaire (*Em. Borel*), 15, 431. — Les sciences mathématiques et physiques dans l'E. secondaire (*M. Ascoli*), 15, 496; (*A. Turpain*), 15, 530. — La Chimie dans l'E. secondaire (*L. J. Simon*), 15, 695. — L'E. des Sciences naturelles comme moyen d'éducation philosophique (*F. Le Dantec*), 16, 276. — L'E. technique dans les Universités (*R. Swyngedauw*), 16, 649. — L'esprit scientifique dans l'E. commercial (*P. Clerget*), 16, 649. — L'E. des sciences appliquées à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg (*J. de Kowalski* et *J. Dalemont*), 16, 773. — Les réformes de l'E. supérieur (*A. Turpain*), 17, 166. — L'E. dans les Ecoles d'Hydrographie (*C. Vallaux*), 17, 1021. — L'E. technique de l'électricité en France et à l'Etranger (*G. de Lamarcodie*), 18, 395. — Les tendances nouvelles de l'E. technique et professionnel en Amérique (*H. Marchand*), 21, 59. — L'organisation des études géologiques au Mexique (*J. Engerrand*), 22, 602. — L'E. professionnel des filles indigènes en Algérie (*A. Bel*), 23, 320. — L'E. primaire des indigènes algériens (*A. Bel*), 23, 777. — L'E. de la radiotélégraphie à l'Ecole supérieure de l'électricité (*P. Janet*), 24, 755. — L'E. de la Géologie en France (*W. Kilian* et *M. Gignoux*), 24, 831. — La Conférence internationale de l'E. mathématique (*Ch. Bioche*), 25, 466. — Pour l'enseignement technique, voir également à Ingénieur (ch. VIII).
L'E. pratique de la Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Paris (*P. Freundler*), 8, 568. — L'E. professionnel des marins pêcheurs (*J. Pérard*), 8, 853. — L'E. de la Botanique dans les Universités (*L. Olivier*), 12, 894. — L'E. des Mathématiques à l'Université de Genève, 12, 1041. — L'E. agronomique et l'E. colonial à l'Université de Nancy (*Ed. Gain*), 13, 954. — Les livres pour l'E. secondaire et universitaire aux Etats-Unis (*A. Rosell*), 15, 1114. — A propos d'E. (*J. Hadamard*), 16, 192. — La Commission internationale de l'E. mathématique (*A. de Saint-Germain*), 22, 473.
Institut. — L'I. Electrotechnique Montefiore (*O. de Bast*), 5, 644. — L'I. chimique de Nancy (*P. Th. Muller*), 6, 32. — Les nouv. services et l. de la Faculté des Sciences de Lille (*H. Moissan* et *C. Matignon*), 6, 477. — Les I. scientifiques et les nouv. Universités (*R. de Forcrand*), 8, 613. — L'I. de Technologie de l'Etat de Massachusetts à Boston (*A. Flamant*), 8, 831. — L'I. botanique de Buitenzorg (*J. Chailley-Bert*), 9, 397. — L'I. Marey (*L. Olivier*), 13, 193, 410. — Projet de fondation d'un I. international de Chimie (*W. Ostwald*), 23, 814.
L'I. bactériologique de Constantinople, 10, 723. — Les bases scientifiques de la Sociologie : l'I. Solvay, (*P. Clerget*), 18, 306. — L'I. Pasteur de Tokyo (Mme *L. Chaboseau-Napias*), 20, 692. — L'I. de Biologie agricole d'Amani (Afrique orientale allemande), 20, 864. — La « Carnegie Institution » de Washington (*L. Chaboseau-Napias*), 20, 900). — The Rockefeller Institute for medical researches (*L. Chaboseau-Napias*), 21, 580.
Laboratoire. — Un L. biologique dans les Volcans d'Auvergne (*Ph. Glangeaud*), 11, 626. — Le L. de Biologie tropicale de Tortugas (Floride) (*Ch. Gravier*), 24, 874.
Un L. de Pédagogie normale (*A. Binet*), 16, 1069. — Le L. d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, 20, 761. — Le rôle des L. municipaux (*H. Rousset*), 21, 179.
Méthode. — Réflexions sur la M. heuristique (*J. Hadamard*), 16, 499.
Musée. — Le M. de La Plata (*E. Herrero Ducloux*), 22, 826.
Les M. et les laboratoires industriels de l'Allemagne (*P. Clerget*), 15, 370. — Les Galeries nationales du M. royal d'Histoire naturelle de Belgique (*M. Leriche*), 17, 3. — Le M. houiller de l'Université de Lille (*H. Douxami*), 18, 610. — Inauguration du M. océanographique de Monaco (*L. Joubin*), 21, 869.
Muséum. — Les nouv. galeries du M. d'Histoire naturelle (*A. Pettit*), 9, 558. — Le M. doit-il être un établissement d'enseignement (*R. Blanchard*), 11, 667; (*P. Vuillemin*), 11, 819. — Le M. d'Histoire naturelle et les colonies françaises (*E. Perrier*), 14, 696.
Sciences. — Le rôle des principes dans les S. physiques (*H. Bouasse*), 9, 561.
Station. — La S. biologique marine de San Diego (Californie (*Ch. Gravier*), 23, 440.
Universités. — La reconstitution des U. françaises (*A. Gautier*), 1, 353. — Une donation à l'U. de Paris, 13, 412. — La chaire de Géologie à la Sorbonne (*E. Haug*), 15, 842. — Voir Enseignement.

VI. — Mathématiques.

Analogie. — Les A. mathématiques et la Philosophie naturelle (*M. Petrovitch*), 12, 626.
Analyse. — Revue annuelle d'A. (*Em. Picard*), 1, 702. — Les rapports de l'A. et la Physique mathématique (*H. Poincaré*), 8, 857. — Les lois infinitésimales dans

l'A. mathématique (*A. Portuondo y Barcelo*), **23**, 741.

Calcul. — Réflexions sur le C. des probabilités (*H. Poincaré*), **10**, 262.

Le C. de généralisation (*G. Oltramare*), **2**, 451; **10**, 558. — Le C. binomial (*M. W. Garaycochea*), **10**, 962; **22**, 339. — Nouv. cercle à calcul (*P. Weiss*), **12**, 105. — Sur quelques points du C. fonctionnel (*M. Fréchet*), **19**, 410.

Calculateur. — Examen psychologique du C. Inaudi (*Charcot et Darboux*), **3**, 414.

Psychologie des grands C. et joueurs d'échecs (*A. Binet*), **6**, 289.

Courbe. — L'analyse d'une C. périodique par le procédé de L. Hermann (*G. Weiss*), **9**, 669.

Sur les C. à torsion constante (*L. Lyon*), **1**, 585. — Rech. sur les points de Weierstrass d'un C. plane algébrique (*M. Haure*), **8**, 351. — Génération géométrique des C. ornementales chez les Grecs (*D. Wood*), **13**, 845.

Cycloïde. — La découverte de la C. (*R. Rosières*), **1**, 431.

Déblais. — Le problème des D. et des remblais (*P. Appell*), **1**, 97.

Election. — La théorie des E. et la représentation proportionnelle (*A. Meyer*), **16**, 111, 158; (*L. Rouyer*), **16**, 357; (*A. Meyer*), **16**, 450; (*L. Rouyer*), **16**, 593; (*A. Meyer*), **16**, 669. — La représentation proportionnelle et les mathématiques (*A. Sainte-Laguë*), **21**, 846.

Ensemble. — La théorie des E. et les progrès récents de la théorie des fonctions (*E. Borel*), **20**, 315.

La théorie des E., **16**, 241; **17**, 209. — Les principes des Mathématiques et le problème des E. (*J. Richard*) **16**, 541. — Les paradoxes de la théorie des E., **19**, 681.

Equation. — Les récents travaux sur l'E. différentielle du 1er ordre (*L. Autonne*), **3**, 24. — Quelques vues générales sur la théorie des E. différentielles (*Em. Picard*), **11**, 229.

Sur les E. aux dérivées partielles simultanées qui contiennent plusieurs fonctions inconnues (*C. Bourlet*), **2**, 338. — Sur l'intégration des E. différentielles linéaires (*Vessiot*), **4**, 191. — Sur une E. différentielle du 3e ordre (*Périer*), **5**, 126. — Sur les intégrales des E. linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes (*J. Le Roux*), **6**, 286. — Sur les zéros et les infinis des intégrales des E. différentielles algébriques (*M. Petrovitch*), **7**, 105. — Sur les E. linéaires aux dérivées partielles à caractéristiques réelles (*E. Delassus*), **7**, 265. — Sur les systèmes d'E. aux dérivées partielles dont les caractéristiques dépendent d'un nombre fini de paramètres (*J. Beudon*), **8**, 389. — Sur les E. fonctionnelles à une ou à plusieurs variables (*L. Leau*), **8**, 795. — Etude des E. différentielles linéaires et homogènes intégrables algébriquement (*A. Boulanger*), **9**, 546. — Sur l'intégration des E. de la chaleur (*Ed. Le Roy*), **9**, 827. — Sur les E. différentielles simultanées et la forme aux dérivées partielles adjointe (*A. Buhl*), **12**, 717. — Récentes applications de la théorie des E. intégrales, **18**, 303.

Espace. — Sur la division homogène de l'E. (*Lord Kelvin*), **5**, 399.

Fonction. — Les F. hyperbernoulliennes et la F. $p(u)$ (*G. de Longchamps*), **1**, 571. — L'idée de F. depuis un siècle (*Em. Picard*), **11**, 61. — Sur la théorie des F. analytiques et sur quelques F. spéciales (*Em. Picard*), **11**, 589.

Représentation approchée d'une F. par des fractions rationnelles (*H. Padé*), **3**, 381. — Sur les F. périodiques de deux variables (*P. Appell*), **3**, 419. — Etude des F. données par leur développement de Taylor (*J. Hadamard*), **3**, 454. — Etude sur les propriétés des F. entières (*J. Hadamard*), **5**, 764. — Sur la F. $\zeta(s)$ de Riemann et sur des F. analogues (*E. Cahen*), **6**, 564. — Sur quelques points de la théorie des F. (*E. Borel*), **6**, 637; (*L. Desaint*), **8**, 962. — Sur les F. de variables réelles (*R. Baire*), **10**, 402. — Le genre des F. entières, **13**, 278. — La théorie des F. harmoniques, **14**, 315. — Théorie nouv. des F. (*G. Robin*), **15**, 705. — Sur les zéros d'une classe de F. transcendantes (*G. Remoundos*), **18**, 509.

Fraction. — Sur les F. continues algébriques (*R. de Montessus de Ballore*), **16**, 869.

Géométrie. — A propos des Leçons de G. de M. Darboux (*J. Tannery*), **2**, 65. — Les G. non euclidiennes (*H. Poincare*), **2**, 769; **3**, 74. — Les origines, les méthodes et les problèmes de la G. infinitésimale (*G. Darboux*), **19**, 846.

Sur la G. non euclidienne (*L. Gérard*), **4**, 20. — La G. réglée et ses applications (*G. Kœnigs*), **7**, 724. — Application de la méthode vectorielle de Grassmann à la G. infinitésimale (*H. Fehr*), **11**, 556.

Groupe. — Théorie des G. de transformation. Leçons sur les G. continus (*S. Lie*), **5**, 826. — Structure des G. de transformation finis et continus (*E. Cartan*), **6**, 431. — Sur une classe particulière de G. hyperabéliens (*H. Bourget*), **9**, 252.

Infini. — De l'I. mathématique (*J. Tannery*), **8**, 129.

Invariant. — La théorie des I., son origine et son but (*J. C. Kluyver*), **4**, 247.

Sur les I. différentiels des groupes continus de transformations (*A. Tresse*), **5**, 335.

Invention. — L'I. mathématique (*H. Poincaré*), **19**, 521.

Logistique. — La L. et la notion de nombre entier (*J. Hadamard*), **17**, 906.

La L. et l'induction complète; la notion de correspondance, **17**, 161. — A propos de la L. (*J. Richard*), **17**, 957.

Machines a calculer. — Les M. de Torres à résoudre les équations (*A. Gay*), **7**, 684.

Mathématiques. — A propos de quelques récents travaux m. (*E. Picard*), **3**, 725; **8**, 957. — Sur l'orientation actuelle de la science et de l'enseignement m. (*C. A. Laisant* et *E. Lemoine*), **4**, 719. — Quelques mots sur les M. pures dans l'Antiquité et au Moyen Age (*L. Autonne*), **5**, 561. — Les M. au Congrès de Bordeaux (1905) (*C. A. Laisant*), **7**, 31. — Le 1er Congrès international des mathématiciens (Zurich, 1897) (*Em. Borel*), **8**, 783. — La M. dans ses rapports avec la Physique (*Em. Picard*), **19**, 602. — L'avenir des M. (*H. Poincaré*), **19**, 930. — Les théories moléculaires et les M. (*Em. Borel*), **23**, 842.

Les M. au Congrès de Pau (*M. d'Ocagne*), **4**, 30. — La bosse des M. (*Möbius*), **11**, 913. — Le 3e Congrès international des mathématiciens (Heidelberg, 1904), **15**, 961. — L'initiateur mathématique (*J. Camescasse*), **21**, 717.

Méthodes graphiques. — Nouv. applications des M. g. à l'étude des opérations financières (*P. Ayné*), **15**, 733.

Nombre. — La distribution des N. premiers, **19**, 85. — La théorie des N. premiers, **19**, 762. — Théorie des N. algébriques (*K. Hensel*), **20**, 961. — Traité de la théorie de la distribution des N. premiers (*E. Landau*), **22**, 293. — Introduction à la théorie des N. algébriques (*J. Sommer*), **22**, 656. — Théorie des corps de N. algébriques (*D. Hilbert*), **25**, 447.

Nomographie. — La N. (*M. d'Ocagne*), **2**, 604. — Sur quelques applications pratiques de la méthode des points cotés (*M. d'Ocagne*), **9**, 116. — Les progrès récents de la méthode nomographique des points alignés, **18**, 392.

Octonions. — Les O., développement des bi-quaternions de Clifford (*Al. Mc Aulay*), **10**, 483.

Probabilité. — Un problème de P. géométrique (*J. C. Kluyver*), **16**, 962.

Problème. — P. mathématiques (*D. Hilbert*), **12**, 168.

Sur le P. de Dirichlet et son extension au cas de l'équation linéaire de second ordre (*A. Paraf*), **3**, 588.

Répertoire. — Le R. bibliographique des Sciences mathématiques (*M. d'Ocagne*), **2**, 170.

Série. — Sur la valeur approchée des coefficients d'ordre élevé dans les développements en S. (*A. Ferraud*), **8**, 843.

Sphère. — Nouv. théorie des S. transinscrites (*P. Cyprien*), **9**, 665. — Une nouv. propriété de la S. Les surfaces pseudo-sphériques et la Géométrie non euclidienne, **12**, 201.

Statistique. — La S. générale de la France (*M. Hubert*), **25**, 552.

Substitution. — Rech. sur les S., en particulier sur les groupes transitifs (*Maillet*), **4**, 609.

Surface. — Sur la théorie des S. algébriques (*E. Picard*), **5**, 945.

Sur les S. à génératrices rationnelles (*M. Lelieuvre*), **6**, 1101. — Les 27 droites de la S. cubique (*A. Henderson*), **23**, 597.

Symétrie. — De la S. courbe (*M. S. Mangeot*), **2**, 147.

Transformation. — Sur les T. de Backlund (*J. Clairin*), **13**, 535.

Triquaternion. — Calcul des T. (*G. Combebiac*), **13**, 583.

VII. — Astronomie, Géodésie, Météorologie.

Aberration. — Les recherches de Lœwy et Puiseux pour déterminer la constante de l'A. (*L. Olivier*), 2, 237.

Absorption. — L'A. cosmique sélective (*G. A. Tikhoff*), 22, 513.

Arc. — La revision de l'A. de méridien de Quito (*H. Poincaré*), 11, 925. — Les travaux de l'expédition russo-suédoise pour la mesure d'un A. de méridien au Spitzberg (*A. Hansky*), 13, 1117, 1165.

Astrolabe. — Voir Hauteur.

Astronomie. — Revue annuelle d'A. (*G. Bigourdan*), 1, 172; 2, 110; 3, 52; (*O. Callandreau*), 4, 44; *G. Bigourdan*), 5, 45; (*F. Tisserand*), 6, 380 (*J. Jansen*), 7, 485; (*G. Bigourdan*), 8, 508; 9, 650; 10, 316; (*O. Callandreau*), 11, 746; 12, 712; (*Th. Moreux*), 17, 277; (*P. Puiseux*), 21, 342; 22, 494; 23, 474; 24, 700; 25, 746.

Rech. sur le rôle des ondes hertziennes en A. physique (*Ch. Nordmann*), 13, 379.

Atmosphère. — La couche isotherme de l'A. et la radiation a. (*E. Gold*), 20, 339.

Astrophysique. — Les récents progrès des méthodes astrophysiques aux Etats-Unis (*J. Bosler*), 22, 102.

Aube. — L'A. et l'albe (*E. Durand-Gréville*), 19, 772.

Aurore. — Les A. polaires (*A. Angot*), 8, 844. — La cause de l'A. boréale (*S. Arrhénius*), 13, 65.

Ballon-sonde. — L'inscription photographique des altitudes dans les ascensions des B. s. (*L. Gaumont*), 8, 889.

Calendrier. — L'unification des C. grégorien et julien (*C. Tondini de Quarenghi*), 12, 175.

Ciel. — La Carte photographique du C. (*Ch. Trépied*), 2, 529, 568. — La photographie céleste (*A. Cornu*), 3, 345.

La carte du C., 12, 1043. — Le bleu du C., 13, 59. — La réunion du Comité international permanent de la Carte du C. (*J. Baillaud*), 20, 525. — La théorie électromagnétique et le bleu du C. (*P. Langevin*), 22, 89. — Comparaison spectrophométrique de l'éclat du C. et de l'éclat du Soleil (*Ed. Bauer* et *M. Moulin*), 22, 89.

Climat. — Relations entre les poussières volcaniques et les changements de C. (*H. Perrotin*), 25, 729.

Comètes. — Etudes récentes sur les C. et les étoiles (*G. Bigourdan*), 1, 65.

Etude sur la probabilité des C. hyperboliques et l'origine des C. (*L. Fabry*), 5, 462. — La C. 1902 *b*, 13, 1001. — Rech. sur les excentricités des C., 18, 565. — La C. de Halley dans le Talmud (*G. Renaudot*), 21, 177. — La C. 1910 *a* (*G. Renaudot*), 21, 225. — La C. Kiess (1911 *b*), 22, 746. — La comète 1905 II, 23, 457.

Corps. — Le problème des trois C. (*H. Poincaré*), 2, 1. — Le champ électrique des C. célestes (*A. Amaudrut*), 21, 430. — Le problème des trois C., à propos des rech. récentes de M. Sundmann (*Em. Picard*), 24, 722.

Sur le mouvement d'un C. soumis à l'attraction newtonienne de deux C. fixes (*J. Andrade*), 1, 709.

Cosmogonie. — Les tourbillons et le dualisme en C. (*Em. Belot*), 21, 642.

Leçons sur les hypothèses cosmogoniques (*H. Poincaré*), 23, 360. — La position du problème cosmogonique (*E. Belot*), 23, 377.

Courbes de hauteur. — Les C. de hauteur et leur emploi en navigation et en géodésie (*F. Marguet*), 25, 705.

Cyclones. — Sur les C. (*C. Weyher*), 1, 481, 559; (*H. Faye*), 1, 559.

La prévision astronomique du C. du 26 juillet 1896 (*C. V. Zenger*), 7, 763.

Eclair. — Vues stéréoscopiques d'E., 23, 915.

Électricité atmosphérique. — L'E. a. (*C. André*), 3, 569, 605.

Origine, variations et perturbations de l'E. a. (*M. Brillouin*), 8, 641. — Variation diurne de l'E. a. (*A. Chauveau*), 9, 725. — Quelques théories relatives à l'E. a. (*A. Chauveau*), 10, 453. — L'E. a. sous les hautes latitudes (*G. C. Simpson*), 16, 584. — Le champ électrique de l'atmosphère (*Ch. Nordmann*), 17, 442. — La déperdition de l'E. a. au voisinage immédiat du sol (*Ebert et Kurz*), 21, 966. — L'E. a. au-dessus de l'océan, 23, 649. — Les recherches sur l'E. a., 24, 170.

Equation personnelle. — Rech. sur l'E. p. dans les observations astronomiques de passage (*F. Gonnesssiat*), 3, 555.

Equatorial. — L'E. coudé de M. Lœwy (*G. Bigourdan*), 1, 762.

Eros. — La petite planète E. et sa prochaine opposition, 11, 1030, 1254. — La variabilité de la planète E. (*Ch. André*), 12, 396. — La planète E., détermination de la parallaxe, 13, 1.

Etoile. — Etudes récentes sur les comètes et les E. filantes (*G. Bigourdan*), 1, 65. — Les récents travaux sur l'origine des E. filantes (*L. Schulhof*), 4, 639.

Mesure électrique de la lumière des E. (*G. Minchin*), 6, 647. — Distribution des E. dans l'espace (*H. G. van de Sande Bakhuyzen*), 9, 91. — Le rayonnement calorifique des E. (*E. F. Nichols*), 12, 249. — La nouv. E. de Persée, 12, 297; 1093; 14, 229, 586. — La circulation des E. (*A. Duponchel*), 13, 1158. — La théorie du double courant des mouvements stellaires (*Th. Moreux*), 19, 173. — Les températures effectives des E. (*Ch. Nordmann*), 21, 172. — L'E. nouvelle du Lézard (*G. Renaudot*), 22, 50. — La théorie de See sur l'évolution des systèmes stellaires, 23, 337. — Les Céphéides considérées comme E. doubles (*M. Luizet*), 24, 359. — L'espace interstellaire (*E. Fournier d'Albe*), 24, 914.

Foudre. — La F. en boule, 12, 824.

Froid. — Le retour du F. en juin (*R. Gautier* et *H. Dumaine*), 22, 710.

Géodésie. — La 10e Conférence générale de l'Association g. internationale (Bruxelles, 1892), 4, 101. — La 13e Conférence générale de l'Association g. internationale [Paris, 1900], (*G. Perrier*), 11, 1175, 1224. — L'état actuel de la G. (*R. Bourgeois*) [14e Conférence générale de l'A. g. i.], 15, 376; [15e Conf. gén. de l'A. g. i.], 18, 54.

La 16e Conf. gén. de l'A. g. i. (*G. Perrier*), 23, 403. — La 17e Conférence générale et Cinquantenaire de l'A. g. i., 23, 837. — La 18e Conférence générale de l'A. g. i., 25, 489.

Grain. — La loi des grains, orageux ou non (*E. Durand-Gréville*), 24, 801.

Grêlon. — Conservation des G. et étude de leur microstructure (*B. Weinberg*), 21, 459.

Halo. — Sur la théorie des H. (*L. Besson*), 20, 821.

Hauteur. — La méthode des H. égales en Astronomie de position (*A. Claude* et *L. Driencourt*), 16, 972. — L'instrument des H. égales en Astronomie de position ou Astrolabe à prisme (*A. Claude* et *L. Driencourt*), 16, 1071. — L'Astrolabe à prisme, à propos d'un livre récent (*Ph. Hatt*), 21, 1014.

Heure. — L'unification des longitudes et l'H. universelle (*E. Caspari*), 1, 321. — L'H. nouvelle (*G. Bigourdan*), 22, 146. — Avantages économiques et hygiéniques d'un nouv. changement d'heure en France (*A. A. W. Hubrecht*), 23, 897.

L'H. française et l'H. mondiale, 15, 573.

Horloge. — Sur les H. sympathiques de Huyghens et les phénomènes analogues (*D. J. Korteweg*), 16, 1064.

Jupiter. — Découverte d'un 5e satellite de J. (*W. F. Denning*), 3, 676. — Disparition apparente des 4 satellites de J., 18, 342. — Les détails de la surface de J. (*J. Mascart*), 18, 989. — Le mouvement du 8e satellite de J. 24, 414.

Latitude. — La variation de la L. (*H. G. van de Sande Bakhuyzen*), 2, 205; 4, 28; 5, 227.

Léonides. — Les perturbations des L. (*G. J. Stoney* et *A. Downing*), 10, 796. — Sur les L. (*G. Bigourdan*), 10, 842.

Levé. — Le L. et le tracé automatiques des formes du terrain (*F. Schrader*), 10, 464.

Longitude. — L'unification des L. et l'heure universelle (*E. Caspari*), 1, 321. — Emploi de la T. s. f. dans la détermination des L. (*A. Claude, G. Ferrié* et *L. Driencourt*), 22, 518, 562.

Lumière. — La L. zodiacale, 14, 742.

Lune. — La théorie du mouvement de la L. (*S. Newcomb*), 19, 686.

Sur les mouvements des nœuds et du périgée de la L. (*J. Perchot*), 4, 774. — L'agrandissement et la proximité apparente de la L. à l'horizon (*E. Sulzer*), 17, 726. — Pourquoi la L. nous paraît-elle plus grosse à l'horizon

qu'au zénith (*Th. Moreux*), **17**, 1001. — La formation de notre satellite (*Th. Moreux*), **19**, 341.

MAGNÉTISME. — Les phénomènes du M. terrestre (*Th. Moureaux*), **3**, 267. — Le M. terrestre dans la France centrale (*B. Brunhes*), **16**, 804. — Rech. sur le M. terrestre (*E. Mathias*), **20**, 482. — L'exploration magnétique des mers et les progrès du M. terrestre durant la première moitié du XIXe siècle (*L. Dunoyer*), **23**, 46.

Relations entre la fréquence des taches solaires et le M. terrestre (*C. Chree*), **15**, 568. — App. très sensible pour mesurer les variations de la composante horizontale du M. terrestre (*L. Dunoyer*), **21**, 997. — Relations des orages magnétiques et des phénomènes solaires (*J. Bosler*), **23**, 441. — Le champ magnétique terrestre, **23**, 877. — Mesure des perturbations du champ magnétique terrestre (*H. Perrotin*), **25**, 174.

MARÉE. — Les problèmes des M. (*L. Favé*), **24**, 90.

Appareil pour faciliter la réduction des observations de M. (*G. H. Darwin*), **4**, 58. — Etude des phénomènes de M. dans la mer du Nord (*J. P. van der Stok*), **17**, 109. — Les M. de l'écorce terrestre (*G. Devanlay*), **20**, 241.

MARS. — La planète M. d'après les travaux récents (*Th. Moreux*), **17**, 962. — La climatologie de la planète M. (*Th. Moreux*), **20**, 68.

Un dernier mot sur les canaux de M. (*Ch. André*), **21**, 158.

MASSE. — Les formes d'équilibre d'une M. fluide en rotation (*H. Poincaré*), **3**, 809.

MERCURE. — La rotation de M., d'après Schiaparelli (*A. Guillemin*), **1**, 603.

MÉRIDIENNE. — Les anciennes et la nouvelle mesure de la M. de France (*Defforges*), **3**, 177.

MÉTÉORES. — L'hypothèse météorique de M. F. Lockyer (*G. Salet*), **2**, 134.

MÉTÉOROLOGIE. — L'état actuel de la M. agricole en France (*F. Houdaille*), **5**, 606. — L'étude de la M. intertropicale par les sondages aériens (*L. Teisserenc de Bort*), **20**, 834. — L'actinométrie et la M. à Ténériffe (*J. Mascart*), **21**, 902. — Organisation et fonctionnement du Service météorologique aux Etats-Unis (*Manley-Bendall* et *H. Perrotin*), **25**, 113.

La récente Conférence M. internationale de Paris [1896] (*E. Mathias*), **7**, 797. — Le Congrès international de M. de 1900, **11**, 1078. — Organisation du service M. au Japon, **11**, 1117. — La M. au sommet de la tour Eiffel (*A. Angot*), **12**, 641. — Les ondes électriques au service de la M. (*A. Gradenwitz*), **18**, 773. — L'organisation météorologique internationale, **19**, 298.

NAVIGATION. — Les méthodes de l'ancienne et de la nouvelle N. (*E. Caspari*), **5**, 1.

NÉBULEUSE. — La distribution galactique des N. (*C. Easton*), **15**, 919. — La parallaxe des N. (*J. C. Kapteyn*), **17**, 348.

NIVELLEMENT. — L'œuvre du N. général de la France (X), **2**, 144.

Etat actuel des travaux du N. général de la France, **20**, 526.

NUAGE. — La formation des N. du niveau supérieur (*Kr. Birkeland*), **24**, 576.

Les N. nocturnes lumineux (*W. Fœrster* et *O. Jesse*), **3**, 787.

NUTATION. — La N. diurne (*F. Folie*), **1**, 117, 124; **15**, 717.

OBSERVATOIRE. — Le nouv. O. astronomique du Pic du Midi (*A. de Gramont*), **19**, 940.

Fondation d'un O. astrophysique en Espagne (*Ch. Nordmann*), **15**, 474. — L'O. aéronautique de Lindenberg (*A. Gradenwitz*), **18**, 693. — L'O. populaire de Zurich (*A. Chaboseau*), **21**, 134. — L'O. populaire de Rouen (*H. Delehaye*), **21**, 227.

ORAGE. — La protection de nos hôtels des postes contre l'O. (*A. Turpain*), **22**, 747.

PENDULE. — Les études récentes sur le P. (*E. Caspari*), **6**, 401.

P. en acier au nickel entretenu électriquement, **16**, 141. — L'ajustage électrique à distance des P. normales (*A. Gradenwitz*), **19**, 299.

PERTURBATION. — Le développement de la fonction perturbatrice (*A. Lambert*), **19**, 244.

PESANTEUR. — Les réductions de la P. au niveau de la mer. Les différentes géoïdes (*M. Brillouin*), **11**, 875.

PLANÈTE. — Les spectres des P. et l'Observatoire du Mont-Blanc (*J. Janssen*), **4**, 621.

Contribution à l'étude des P. télescopiques (*J. Mascart*), **9**, 546. — La théorie cinétique des atmosphères planétaires (*G. H. Bryan*), **11**, 1111. — Perturbations périodiques des petites P. (*A. Féraud*), **13**, 173. — Vibrations et stabilité d'une P. gravitante (*J. H. Jeans*), **14**, 225. — Mesures sur les satellites des P., **18**, 85. — La figure des P. (*Lapounoff*), **18**, 386.

PLÉIADES. — La distance des P. (*A. M. Clerke*), **4**, 307.

PLUIE. — Influence de la Lune sur les P. (*J. Lamprecht*), **15** 1009. — Le régime des P. en Indochine, **25**, 662.

POINT. — Le P. à la mer et son histoire (*F. Marguet*), **21**, 542.

POLARISATION. — L'étude de la P. en Astronomie (*P. Salet*), **21**, 793.

PÔLE. — L'enregistrement photographique de la position du P. (*F. Baldet*), **22**, 275.

PRÉCISION. — La P. des observations astronomiques (*G. Devanlay*), **20**, 434.

PRÉVISION DU TEMPS. — L'évolution des dépressions barométriques et les règles de P. du t. de M. Guilbert (*B. Brunhes*), **20**, 393.

PROJECTION. — Généralisation de la P. de Mercator à l'aide d'instruments électriques (*Lord Kelvin*), **3**, 692.

PROTUBÉRANCE. — Nos P. terrestres (*A. Brester*), **21**, 383.

RÉFRACTO-RÉFLECTEUR. — Le R.-r. (*E. Schaer*), **13**, 321.

SATURNE. — La question des anneaux de S. (*P. Stroobant*), **2**, 437.

SIDÉROSTAT. — La S. et la photographie stellaire, **12**, 502.

SOLEIL. — Les éclipses et la constitution physique du S. (*J. Mascart*), **12**, 213, 270. — La période des taches solaires et les variations de températures moyennes annuelles de la Terre (*Ch. Nordmann*), **14**, 803. — Les théories solaires et la dispersion anormale (*W. H. Julius*), **15**, 480. — La structure de la couronne solaire (*Ch. Nordmann*), **16**, 103. — L'hypothèse des éruptions solaires (*A. Brester*), **20**, 495, 690. — Le calcul et l'observation de l'éclipse de S. du 17 avril 1912 (*D. Savitch*), **21**, 95. — Sur la formation du système solaire (*Cte du Ligondès*), **23**, 218.

La chaleur rayonnée par les taches solaires (*E. Wilson*), **5**, 727. — Relation entre la variation diurne de la déclinaison magnétique et de la composante horizontale et la période de fréquence des taches solaires, **10**, 328. — Phénomènes de la surface du S. en rapport avec la dispersion anormale de la lumière (*W. H. Julius*), **11**, 563. — L'éclipse de S. du 28 mai 1900 (*D. Klumpke*), **11**, 714. — Un changement à longue période des taches solaires (*W. Lockyer*), **12**, 941. — Formation de lignes doubles dans le spectre de la chromosphère par la dispersion anormale de la lumière photosphérique (*W. H. Julius*), **12**, 986. — La température réelle du S. (*W. E. Wilson*), **13**, 653. — Une hypothèse sur l'origine des protubérances solaires (*W. H. Julius*), **13**, 843. — Explication de propriétés des raies de Faunhofer par la dispersion anormale de la lumière du S. (*W. H. Julius*), **14**, 470. — La translation du S. (*L. Boss*), **14**, 586. — La constitution du S. (*C. A. Young*), **15**, 673. — Périodicité de l'activité solaire et du climat (*C. Easton*), **16**, 795. — Nouv. méthode pour déterminer la loi selon laquelle le rayonnement du disque solaire diminue du centre au bord (*W. H. Julius*), **17**, 303. — Marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie et théorie des appareils employés (*L. Gorczynski*), **18**, 768. — La température du S. et la détermination de la constante solaire (*G. Millochau* et *Ch. Féry*), **19**, 1009; **20**, 193. — Conséquences régulières de la réfraction irrégulière dans le S. (*W. H. Julius*), **20**, 975. — Comment verrons-nous l'éclipse de S. du 17 avril 1912 (*Th. Moreux*), **23**, 170. — L'éclipse de S. du 17 avril 1912, **24**, 718.

STÉRÉOAUTOGRAMMÉTRIE. — La S. (*P. Corbin*), **25**, 223.

A propos de la S. (*E. Crouzet*), **25**, 463; (*P. Corbin*), **25**, 541; (*E. Crouzet*), **25**, 542; (*P. Corbin*), **25**, 621.

TEMPÉRATURE. — Les oscillations séculaires de la T. à la surface du globe terrestre (*S. Arrhénius*), **10**, 337. — La période des taches solaires et les variations des T. moyennes annuelles de la Terre (*Ch. Nordmann*), **14**, 803.

Variations de T. à diverses hauteurs (*L. Teisserenc de Bort*), **12**, 554; **15**, 210.

Terre. — Les déplacements de l'axe de rotation de la T. (*W. Förster*), **5**, 682.— Les définitions de la forme de la T. (*M. Brillouin*), **11**, 823.— La forme exacte de la T. et sa constitution interne (*M. Véronnet*), **24**, 494.

Appareil pour mesurer la vitesse de rotation de la T. (*A. Föppl*), **15**, 881.

Topographie. — Rech. sur les instruments, les méthodes et le dessin T. (*A. Laussedat*), **10**, 637; **12**, 811; **15**, 875.

Tourbillons. — Sur les T. artificiels (*H. Faye*), **1**, 497. — Nouv. expériences sur les T. (*Ch. Weyher*), **2**, 10. — Sur l'origine des T. naturels (*Ch. Weyher*), **2**, 331.

Vénus. — La surface de V. et sa période rotative (*Th. Moreux*), **19**, 421. — Sur la rotation de V. (*J. J. Landerer*), **19**, 557.

Vitesse. — Sur la distribution des V. cosmiques (*J. C. Kapteyn*), **6**, 648; **8**, 763.—V. du système solaire à travers l'espace (*J. C. Kapteyn*), **8**, 971.

VIII. — Mécanique et Génie civil.

Acier. — Etat actuel du travail du fer et de l'a. (*E. Demenge*), **6**, 870, 917.

Relations entre les propriétés mécaniques des fers et A. et leur composition chimique (*E. Demenge*), **8**, 348. — La coulée centrifuge appliquée au durcissement de la surface des moulages d'A. (*E. Demenge*), **8**, 975. — Le choix de l'A. pour rails, **11**, 1207. — Les lingots d'A comprimé, **11**, 1294. — La compression de l'A. par tréfilage, **14**, 229.

Aérodynamique. — Essais d'A. (*A. de Gramont, duc de Guiche*), **23**, 639; **25**, 407, 751.

Aéronautique. — Les récents progrès de l'A. (*J. Janssen*), **11**, 1077. — Un nouv. essai de navigation aérienne par le plus lourd que l'air (*M. Léger*), **16**, 939. — Cartes et repères aéronautiques (*Ch. Lallemand*), **22**, 557.

Un point d'histoire de la locomotion aérienne, **12**, 503. — L'aérodrome de la Tour Eiffel, **15**, 1.

Aéroplane. — A. et aérocaves (*Amans*), **3**, 255. — Oiseaux et A. (*Ch. Weyher*), **19**, 974. — Les A. (*P. Renard*), **22**, 14, 61.

Sous-marins et A., **19**, 174.

Aérotechnique. — Les études d'A. à l'Institut de Saint-Cyr (*Ch. Maurain*), **24**, 218.

Revue d'A. expérimentale (*Ch. Maurain*), **25**, 679.

Air. — La résistance de l'A. et les expériences de M. G. Eiffel (*P. Renard*), **20**, 78.

La résistance de l'A. et l'aviation (*G. Eiffel*), **22**, 774.

Armement. — L'évolution de l'A. naval (*XXX*), **22**, 792, 832.

Artillerie. — Le progrès de l'A. (*J. A. Longridge*), **3**, 109. — A. et budget (*G. Moch*), **8**, 90. — Les applications de l'électricité à l'A. (*G. Lavergne*), **8**, 544. — La question actuelle de l'A. de campagne (*C^l X*), **8**, 789. — La lutte d'A. navale et les projectiles chargés en explosif (*XXX*), **20**, 252. — Les installations d'A. à bord des cuirassés récents (*P. Bourgoin*), **21**, 1018.

L'industrie de l'A. à l'étranger : les Etablissements Vickers (*C^l X*), **10**, 495. — Les desiderata de l'industrie de l'A. en France (*L. O.*), **10**, 538. — Voir aussi Usines.

Automobilisme. — L'état actuel de l'A. (*G. Lavergne*), **10**, 130, 190, 224, 257. — La 2e Exposition internationale d'automobiles (*G. Lavergne*), **10**, 613. — L'A. en 1902 (*C. Lavergne*), **13**, 811, 853, 916, 973. — L'A. en 1903 (*G. Lavergne*), **14**, 938.—L'A. au Salon de décembre 1903 (*G. Lavergne*), **15**, 30.

Aviation. — L'A. de demain (*S. Drzewiecki*), **2**, 805. — Un premier succès dans les tentatives d'A. (*C. Runge*), **4**, 802. — Le progrès des machines volantes : stabilité (*M. Brillouin*), **6**, 766. — Quelques remarques sur la locomotion aérienne (*V. Tatin*), **11**, 1014. — L'A. en Amérique (*O. Chanute*), **14**, 1133. — Rapport sur le Prix Osiris (aviation) (*E. Picard*), **20**, 570. — L'A. (*P. Renard*), **21**, 183, 231.

La résistance de l'air et l'A. (*G. Eiffel*), **22**, 774.

Ballon. — Le matériel aérostatique et la construction des B. sphériques (*G. Espitallier*), **16**, 670. — Les voyages au long cours en B. (*J. Voyer*), **16**, 734. — Les applications militaires de la photographie en B. (*J. Voyer*), **16**, 850. — Les ondes hertziennes appliquées à la direction des B. (*G. de Lamarcodie*), **17**, 979. — Les B. dirigeables (*P. Renard*), **19**, 426, 479.

La stabilité longitudinale des B. automobiles (*C^l Renard*), **15**, 627, 837. — Les B. captifs dans l'armée allemande (*A. Gradenwitz*), **18**, 56.

Bicyclette. — Traité des Bicycles et B. (*C. Bourlet*), **6**, 466. — La B., sa construction et sa forme (*C. Bourlet*), **10**, 714. — Théorie du mouvement du monocycle et de la B. (*E. Carvallo*), **12**, 544.

Blindage. — B. et projectiles de rupture (*XXX*), **17**, 682, 729.

Les propriétés des aciers au Ni et au Mn à haute teneur appliquées au durcissement des B. (*E. Demenge*), **9**, 597.

Cable. — Le C. sous-marin Tourane-Amoy (*L. Mascart*), **13**, 27.

Le relèvement des C. sous-marins (*A. Gay*), **6**, 184. — Deux nouv. C. sous-marins français (*L. Olivier*), **9**, 666.

Calibre. — Les C. étalons à combinaisons Johannsson, **20**, 520.

Canal[1]. — Le C. maritime de Manchester à Liverpool (*S. W. Rowson*), **5**, 705.

Nouvelle formule pour calculer le débit des C. découverts (*H. Bazin*), **9**, 467.

Carène. — La forme des C. (*Ch. Weyher*), **19**, 572. — C. et poissons (*F. Houssay*), **20**, 617.

Charbon. — L'embarquement du C. à la mer (*J. P. Cunningham*), **20**, 26.

Chaudière. — De la puissance de vaporisation dans les C. (*A. Witz*), **3**, 240.

Sur la construction des C. à tirage forcé (*A. F. Yarrow*), **2**, 346. — Sur les dépôts qui se forment dans les C. (*V. B. Lewes*), **2**, 390. — Les nouv. C. marines Niclausse (*Em. Demenge*), **9**, 325. — L'emploi de l'acier au nickel pour les tubes de C. (*A. F. Yarrow*), **10**, 650. — Les nouv. applications de l'émulsion dans les C. (*Bellens*), **10**, 842. — Les explosions de C. et le remplacement des moteurs à vapeur par des moteurs à combustion interne (*Walckenaer*), **16**, 493.

Chauffage. — Les récents progrès du C. dans les grands foyers industriels (*E. Damour*), **5**, 437.

L'électricité employée comme moyen de C. (*A. Gay*), **6**, 464. — Le C. par combustion sans flamme (*Bone*), **23**, 297.

Chemin de fer. — Le contrôle de la vitesse des trains de c. de f. (*F. Sinigaglia*), **3**, 707. — La traction électrique des trains de c. de f. (*F. Drouin*), **4**, 489. — Le c. de f. du Mont-Blanc (*C. Depéret, A. Offret* et *J. Vallot*), **10**, 548. — Les expériences de traction électrique rapide sur la ligne Marienfelde-Zossen (*A. Gradenwitz*), **15**, 345. — La traction électrique sur les C. de f. italiens (*P. Lanino*), **24**, 426. — Le C. de f. électrique des Alpes bernoises (*A. Fourniols*), **24**, 570.

Le prolongement de la ligne de c. de f. de Sceaux (*A. Gay*), **6**, 239. — La c. de f. électrique de la Jungfrau (*A. Berthier*), **8**, 729. — Le c. de f. monorail système Behr, **11**, 415. — La traction électrique sur les C. de f. (*de Valbreuze*), **18**, 262. — Les C. de f. électriques en Suisse (*P. Clerget*), **20**, 654. — Installations électriques du C. de f. à courant continu à haute tension Butte-Anaconda (*H. Marchand*), **25**, 503. — Le train volant de M. Bachelet, **25**, 544.

Choc. — Sur la durée du C. (*P. G. Tait*), **3**, 777.

Chronomètre. — Les erreurs des C. dues aux changements de température (*Ch. Ed. Guillaume*), **14**, 886. — Action du magnétisme sur les C. (*L. Guillin*), **16**, 923; **25**, 285. — La chronométrie française en 1910 (*L. Reverchon*), **21**, 498. — La chronométrie à Neuchatel en 1911 (*L. Reverchon*), **23**, 258; à Besançon et à Genève, **23**, 418. — La montre de précision en 1912 (*L. Reverchon*), **24**, 42.

Clapotis. — Formation et extinction du C. (*F. Nau*), **9**, 504.

Compresseur. — Un nouv. type de C. d'air (*A. Gay*), **6**, 1056.

Cuirassé. — Les C. modernes (*A. Croneau*), **19**, 777, 813.

Défense. — La D. nationale (*A. Le Chatelier*) **11**, 57.

Déformation. — Sur les D. des solides (*H. Bouasse*), **15**, 115.

[1] Voir au ch. XIII (Géographie) les articles relatifs aux « Canaux » au point de vue économique.

Détonation. — La vitesse de D. dans les mélanges gazeux (*H. B. Dixon*), 4, 622.

Discontinuité. — Rech. expérimentales sur la propagation d'une D. (*P. Vieille*), 11, 413.

Dynamique. — Essai de D. graphique, étude du mouvement troublé des moteurs (*V. Dwelshauvers-Dery*), 3, 363.

Dynamomètre. — D. universel à lecture directe du travail (*G. Trouvé*) 1, 527.

Echappement. — É. d'horloges et de montres (*Ch. Gros*), 25, 31.

Effort. — Les applications de la lumière polarisée aux problèmes de la distribution des E. en mécanique appliquée (*E. G. Coker*), 24, 918.

Elasticimètre. — L'E. de Frémont pour l'étude du poinçonnage (*G. Charpy*), 7, 223.

Elasticité. — Influence des changements de température sur l'E. et la viscosité interne des fils métalliques (*A. Gray, V. Blyth* et *J. Dunlop*), 11, 1112. — Rech. récentes sur l'E. des métaux (*Cl. Schæfer*), 12, 153. — La loi des déformations élastiques, 13, 114. — Appareil à miroir pour mesurer les variations é. de longueur, 20, 478.

Energie. — La transformation de l'E. solaire en puissance mécanique, 20, 528.

Equilibre. — Sur les positions d'E. stable de parallélipipèdes flottants (*P. Brandsen*), 21, 43.

Estuaire. — L'amélioration des E. de la Gironde et de la Seine (*L. Partiot*), 4, 12.

Exposition. — L'E. de Dusseldorf (1902) (*E. Demenge*), 13, 594.

Fer. — Etat actuel du travail du F. et de l'acier (*E. Demenge*), 6, 870, 917.

Relations entre les propriétés mécaniques des F. et aciers et leur composition chimique (*E. Demenge*), 8, 348.

Force motrice. — L'adduction à Paris des F. m. du Rhône (*G. de Lamarcodie*), 18, 788.

Frein. — Le f. à air Gennett (*A. Gay*), 6, 428. — Le F. électropneumatique Chapsal (*L. Brunet*), 8, 42.

Funiculaire. — Les F. aériens pour voyageurs (*A. Bidault des Chaumes*), 25, 144.

Fusil. — La balistique du F. de chasse (*R. de Montessus*), 25, 585.

Tir des F. de chasse (*Journée*), 14, 574.

Gargousse. — Les inflammations prématurées de G., 23, 569.

Grenade. — La G. shrapnell Martin Hale (*L. Serve*) 21, 90.

Hélice. — L'H. propulsive (*P. Lorain*), 23, 263.

Influence des dimensions et propriétés de l'H. sur la marche du navire (*A. Blechynden*), 2, 357.

Horlogerie. — L'H. mécanique (*L. Reverchon*), 21, 414.

L'H. suisse en 1910 (*L. Reverchon*), 22, 389.

Hydrodynamique. — L'H. moderne et l'hypothèse des actions à distance (*M. Lévy*), 1, 721.

Théorie dynamique des fluides visqueux incompressibles et détermination du critère de l'H. (*O. Reynolds*), 5, 726.

Imprimerie. — De la presse à bras à la linotype et à l'électrotypographie. Esquisse de l'histoire de l'I. (*A. Turpain*), 18, 817, 867.

Ingénieur. — L'éducation technique des I. aux Etats-Unis (*E. de Billy*), 2, 638. — La formation des I. en France et à l'Etranger (*A. Pelletan*), 21, 274. — La formation des I. et l'enseignement technique supérieur (*G. Bourrey*), 21, 764. — Le rôle des Mathématiques dans les sciences de l'I. (*M. d'Ocagne*), 25, 469. — La préparation mathématique des I. dans les différents pays (*P. Staeckel*), 25, 474. — Voir également Enseignement (ch. V).

A propos de la formation des I. en France et à l'étranger (*L. Aguillon*), 21, 577.

Inondation. — Les égouts de Paris pendant l'I. de 1910 (*F. Diénert*), 21, 930. — Le Rapport de la Commission des I. (*F. Diénert*), 22, 190.

Locomotive. — Les essais de la L. Heilmann (*L. Leroux*), 5, 161. — Les L. à la fin du XIXe siècle (*E. Sauvage*), 12, 472. — Les L. américaines (*E. Sauvage*), 17, 402.

Les L. électriques de la Baltimore and Ohio Railroad Cy (*A. Gay*), 6, 895. — Les nouv. L. électriques Heilmann (*E. H.*), 7, 1225. — Perfectionnement des essieux de L. *Rouget*), 11, 1. — Emploi des injecteurs d'alimentation sur les locomotives (*Desgeans*), 11, 50. — Locomotives compound à grande vitesse 11, 1293. — L'emploi des chaudières à tube d'eau sur les L., 16, 445. — Principes de la construction des L. électriques (*H. Marchand*), 22, 306.

Machines. — Théorie des M. thermiques (*A. Witz*), 1, 2. — Les M. à vapeur et leurs progrès (*V. Dwelshauvers-Dery*) 1, 129. — La « Central valve engine » de M. Willans (*F. Siniygaglia*), 1, 263. — La M. à vapeur (*H. Léauté*), 1, 289. — Le perfectionnement dernier et final de la M. à vapeur (*V. Dwelshauvers-Dery*), 3, 89. — Les chemises de vapeur dans les M. compound (*A. Witz*), 4, 223. — Le record de consommation des M. à vapeur : la M. de Milwaukee (*V. Dwelshauvers-Dery*), 5, 497. — Les derniers progrès de la M. à vapeur (*A. Witz*), 6, 613. — Inscription des variations de la température des parois métalliques des cylindres à vapeur (*V. Dwelshauvers-Dery*), 6, 773. — Parallèle entre les M. Allis et Schmidt (*V. Dwelshauvers-Dery*), 6, 832. — Les nouv. expériences de Donkin sur la marche économique des M. à vapeur (*V. Dwelshauvers-Dery*), 7, 433. — L'utilisation directe des gaz de haut-fourneau dans les M. (*E. Demenge*), 11, 125, 180. — Les M. à vapeur en l'an 1900 (*E. Sauvage*), 11, 1001. — Les discussions récentes de la théorie des M. à vapeur (*L. Anspach*), 12, 313. — Une M. thermique idéale (*R. Lezé*), 13, 93.

Puissance indiquée normale des M. et chaudières marines (*Weighton*), 2, 233. — Sur la construction des M. et chaudières marines (*Th. Mudd*), 2, 493. — Système de distribution Psaroudaky pour M. à vapeur (*A. Gay*), 5, 820. — Un nouv. dispositif de M. soufflante (*J. Stumpf*), 11, 51. — La première M. soufflante à gaz de haut fourneau (*Greiner*) 11, 666.

Marine. — Les progrès récents de la M. (*A. Croneau*), 4, 441 ; 6, 451. — Le Congrès des « Naval Architects » anglais à Paris, 1895 (*L. Vivet*), 6, 816. — Les récents travaux des « Naval Architects » américains (*A. Croneau*), 7, 605. — L'état actuel des constructions navales (*Y*), 11, 1084. — Quelques réflexions sur la M. (*A. Croneau*), 17, 310. — Etat actuel des M. de guerre et de commerce (*A. Croneau*), 23, 665, 695. — Voir Navire.

La situation navale et militaire des Etats-Unis et de l'Espagne et les conséquences industrielles de la guerre de Cuba (*C. X*) 9, 395. — Le développement de la M. allemande (*G. Blondel*), 11, 882.

Masse. — La Géométrie des M. (*Haton de la Goupillière*), 4, 337. — La M. matérielle des corps est-elle variable? (*V. Dwelshauvers-Dery*), 19, 855.

Matériaux. — Le Congrès international des méthodes d'essai des M. (Paris 1900), 11, 953.

Mécanique. — Sur deux appareils nouveaux de M. (*G. Kœnigs*), 2, 241. — Les Laboratoires de M. (*V. Dwelshauvers-Dery*), 2, 364. — Le Laboratoire de M. du Conservatoire des Arts-et-Métiers (*Un mécanicien*), 2, 465. — Les récents progrès de la M. appliquée (*W. C. Unwin*), 3, 843. — Deux nouv. Laboratoires pour l'étude expérimentale de la M. en Angleterre (*V. Dwelshauwers-Dery*), 4, 629. — La M. générale à l'Exposition de Chicago (*G. Richard*), 5, 349. — Les idées de Hertz sur la M. (*H. Poincaré*), 8, 734. — L'évolution de la M. (*P. Duhem*), 13, 63, 119, 171, 247, 301, 352, 416. — Les principes de la M., à propos d'un livre de M. Mach (*Em. Picard*), 15, 1063. — Matière et mouvement : bases d'une M. objective opposée à la M. classique (*G. Milhaud*), 16, 797. — La M. expérimentale, à propos d'un livre récent (*P. Duhem*), 21, 162 — Le principe de la relativité et la M. (*E. M. Lémeray*), 23, 174.

Revue annuelle de M. appliquée (*L. Lecornu*), 14, 387 ; 16, 821 ; 20, 30 ; 23, 548.

Métallographie. — L'état actuel de la M. microscopique (*L. Guillet*), 17, 586, 630.

Métaux. — Les propriétés mécaniques des M. (*A. Le Chatelier*), 2, 509. — Le travail électrique des M. (*H. Brillié*), 9, 805. — Les méthodes modernes d'essais

mécaniques des produits métallurgiques (*L. Guillet*), **18**, 615, 664.

La mesure des petits allongements dans les essais de résistance des M. (*A. Gay*), **6**, 822. — Influence du froid sur les qualités des M. (*E. Demenge*), **7**, 581. — Effets de l'étirement sur les M. (*J. A. Ewing* et *W. Rosenhain*), **10**, 682.— La structure cristalline des M. (*J. A. Ewing* et *W. Rosenhain*), **10**, 751.— Les lignes superficielles qui apparaissent dans le sciage des M. (*Ch. Frémont*), **12**, 298. — Théorie de la dureté des M. et alliages (*A. Hollard*), **12**, 455. — Essai des M. à la flexion par choc de barreaux entaillés (*E. Demenge*), **12**, 942. — Le choc longitudinal des barreaux et les constantes élastiques dynamiques des M., **19**, 798. — Croissance des grains des M. (*F. Robin*), **25**, 41.

Mines. — Les applications mécaniques de l'Electricité dans les M. (*G. Lavergne*), **6**, 8. — Le prochain Congrès international des M. et de la Métallurgie (*E. Demenge*), **11**, 742. — Les explosions de poussières dans les M. d'expérience (*E. Demenge*), **24**, 461.

L'exploitation des M. aux grandes profondeurs, **16**, 630. — Le rendement du travail de l'ouvrier mineur (*P. Clerget*), **25**, 174.

Moteurs. — Les M. à courants alternatifs (*E. Hospitalier*), **2**, 536. — Les M. à pétrole (*A. Witz*), **4**, 529. — Etat actuel de l'industrie des M. à gaz et à pétrole en France (*A. Witz*), **8**, 449. — Le M. Diesel et le perfectionnement des M. thermiques (*A. Witz*), **9**, 462. — Cycles des M. à combustion (*M. Brillouin*), **9**, 478; (*A. Witz*), **9**, 557. — Les M. à explosion et l'injection de liquides volatils (*K. Schreber*), **17**, 734; **22**, 404. — Les M. sans soupape à quatre temps (*G. Lavergne*), **23**, 13. — Le M. Diesel (*E. Sauvage*), **23**, 771.

Les M. à pétrole de faible puissance (*A. Gay*), **6**, 573. — Le M. à gaz Letombe, **9**, 261. — Un nouveau M. rotatif à vapeur (*E. Demenge*), **9**, 513. — Sur la théorie des M. à gaz à explosion (*L. Marchis*), **11**, 565; (*E. Demenge*), **11**, 622. — Exposition internationale des M. et appareils utilisant l'alcool dénaturé (*X. Rocques*), **13**, 546. — Le M. Diesel à combustion intérieure (*Boch t*), **20**, 236.

Mouvement. — La vitesse de propagation des M. dans un fluide indéfini (*R. Liouville*), **1**, 209.

Le M. des liquides (*E. Marey*), **13**, 467. — Rech. des intégrales algébriques dans le M. d'un solide pesant autour d'un point fixe (*Ed. Husson*), **17**, 291.

Navigation. — La N. de la Loire (*M. C. Lechalas*), **7**, 746; (*L. Audouin*), **8**, 223; (*E. Audouin*), **18**, 1. — Etat actuel de la N. intérieure en France (*A. de Bovet*), **7**, 820, 863. — La N. de la Garonne et du Rhône, comparaison avec la Loire (*M. C. Lechalas*), **8**, 645. — La N. du Rhône (*P. Clerget*), **20**, 541. — La prime rationnelle à la N. (*J. Roncagli*), **21**, 520.

Progrès de la N. sur le Rhin supérieur (*P. Clerget*), **20**, 392.

Navire. — La protection des N. de guerre contre les mines et les torpilles (*R. Blochmann*), **17**, 80. — Le mouvement de translation varié des N. (*E. Bertin*), **22**, 186. — L'accroissement des dimensions des N. (*E. Bertin*), **23**, 382. — Les effets d'interaction entre N. (*J. P. British*), **24**, 658.

Sur l'insubmersibilité des N. de commerce (*W. Hök*), **2**, 623. — Appareil pour enregistrer les vibrations des N. (*O. Schlick*), **16**, 243. — Le moteur à pétrole à bord des N. **19**, 682. — Vitesse des N. (*E. Fournier*), **21**, 211.

Obus. — Les O. perforants (*Périssé*), **8**, 491.

Le chauffage au gaz des O. avant trempe (*E. Demenge*), **9**, 801.

Oiseau. — Le travail mécanique des O. dans la sustentation simple en air calme (*R. Henry*), **3**, 322. — O. et aéroplanes (*Ch. Weyher*), **19**, 974.

Parallélogramme. — Sur le mouvement du P. de Watt (*W. Brennand*), **4**, 122.

Pavage. — Le P. en bois (*P. Lauriol*), **8**, 1.

Plaque. — Equilibre élastique d'une P. rectangulaire mince dont deux bords opposés au moins sont appuyés sur un cadre (*E. Estanave*), **12**, 45.

Polissage. — Les enseignements scientifiques du P. (*F. Osmond* et *G. Cartaud*), **16**, 51.

Pont. — Les P. métalliques (*J. Résal*), **13**, 508.

Au sujet de l'accident du P. de Tarbes (*A. Bérard*), **9**, 633.

Port. — Le P. du Havre (*L. Partiot*), **9**, 7.

Le P. de Sfax (*J. Godefroy*), **8**, 325. — Les transformations du P. du Havre (*P. Clerget*), **19**, 661.

Poudre. — L'étude expérimentale des P. de guerre au laboratoire (*P. Bourgoin*), **18**, 93. — Les lois de la combustion des P. colloïdales (*P. Bourgoin*), **24**, 613. — La stabilité balistique des P. colloïdales (*P. Bourgoin*), **24**, 886.

Poulie. — Les P. en bois employées aux Etats-Unis (*A. Gay*), **5**, 997.

Poussières. — La précipitation des P. par l'électricité, **22**, 900; **24**, 374.

Projectile. — Les P. pris au vol (*C. V. Boys*), **3**, 661. — Les ondes aériennes (*E. Coradin*), **15**, 182. — Blindages et P. de rupture (*XXX*), **17**, 682, 729. — La lutte d'artillerie navale et les P. chargés en explosif (*XXX*), **20**, 252.

Ravitaillement. — Le problème du R. de l'armée bulgare (*C^t Lemarc*), **23**, 918.

Régulateurs. — Sur la théorie des R. (*H. Léauté*), **1**, 625, 663. — Les R. en 1900 (*L. Lecornu*), **12**, 125.

Résistance. — Application de la double réfraction du verre à l'étude de la R. des matériaux de construction (*Mesnager*), **25**, 87.

Ride. — Formation des R. de sable et mouvements de l'eau oscillante (*Mme H. Ayrton*), **18**, 690; **19**, 418; **22**, 507.

Rotation. — Les R. ultra-rapides (*L. Lecornu*), **25**, 7.

Roue. — La R. hydraulique Pelton (*A. Gay*), **7**, 365.

Roulis. — Appareil pour diminuer le R. des navires (*O. Schlick*), **16**, 46.

Section. — Détermination expérimentale de la maîtresse S. (*M. Lefebvre*), **21**, 918.

Soudure. — Le retour du courant dans les lignes de tramways électriques et la S. des rails, **6**, 981.

Sous-marin. — Le Travailleur sous-marin (*G. L. Pesce*), **8**, 322 — Les bateaux sous-marins (*F. Forest* et *H. Noalhat*), **11**, 1344; **12**, 283. — Les moteurs des S. m., **18**, 430. — S. m. et aéroplanes, **19**, 174.

Spiral. — La détermination mécanique des courbes terminales des S. (*Ch. Ed. Guillaume*), **9**, 441.

Surchauffe. — La S. de la vapeur dans l'industrie (*A. Witz*), **7**, 701.

L'emploi de la S. sur les locomotives, **17**, 306; **21**, 227.

Thermodynamique. — La T., d'après Bertrand, Clausius et von Zeuner (*A. Witz*), **1**, 670.

Torpilleurs. — Etat actuel de la construction des torpilles et des T. (*H. Brillié*), **8**, 177, 235.

Les nouveaux T. chauffés au pétrole (*X.*), **1**, 623. — Les machines du T. le *Daring* (*A. Gay*), **5**, 934. — T. en aluminium (*A. Gay*), **6**, 786. — Les T. sous-marins et le Goubet (*G. L. Pesce*), **7**, 316. — Les derniers perfectionnements de la torpille automobile, **18**, 733.

Toueur. — Les nouveaux T. à adhérence magnétique de M. de Bovet (*E. Avril*), **7**, 262.

Tour. — Les mouvements verticaux de la T. Eiffel (*Ch. Ed. Guillaume*), **24**, 284

Tourbe. — Les progrès de l'industrie de la T. (*H. Marchand*), **21**, 178. — L'utilisation des tourbières, **23**, 493.

Tramway. — Un nouv. mode de traction : le T. électrique Claret-Vuilleumier (*P. Lauriol*), **7**, 331.

Transmission. — Le transport électrique de la puissance mécanique (*P. Janet*), **9**, 638.

Travail absorbé par les T. dans les usines (*A. Gay*), **5**, 762. — Les T. électriques (*A. Gay*), **6**, 74.

Trompe. — La théorie des T. (*A. Rateau*), **11**, 1129.

Tunnel. — Le percement du T. du Simplon (*Ed. Sulzer-Ziegler*), **16**, 247. — Les grands T. en terrains calcaires (*E. Fournier*), **24**, 154.

Le percement du T. du Lötschberg (*P. Clerget*), **22**, 594.

Turbines. — Les T. et le transport de la force par l'électricité (*G. Lavergne*), **5**, 101. — Théorie générique et expérimentale des T. à vapeur et à gaz (*A. Witz*), **19**, 19, 47.

Les T. à gaz (*A. Gradenwitz*), **16**, 353. — La T. Tesla (*A. Gradenwitz*), **22**, 898.

Usine. — Les U. hydro-électriques en France (*G. de Lamarcodie*), **18**, 654.

L'U. Krupp (*Cl X.*), **8**, 113. — Les U. Armstrong (*Cl X.*), **8**, 209. — Les U. d'artillerie américaines : Bethléem, Midvale, etc. (*Cl X.*), **8**, 879. — Lois générales pour l'organisation systématique des U. (*H. Rousset*), **22**, 897. — Principes d'organisation scientifique des U. (*F. W. Taylor*), **24**, 28.

Vapeur. — L'utilisation des V. d'échappement (*P. Chaleil*), **15**, 1041.

Vol. — Une nouvelle théorie sur le V. à voile des oiseaux (*M. Blix*), **1**, 737.

Encore le V. des oiseaux (*Ch. Weyher*), **19**, 258. — Sur un cas singulier du V. de l'épervier (*Ch. Weyher*), **19**, 342.

IX. — Physique.

Aberration. — Sur l'A. de sphéricité dans les objectifs (*L. Dunoyer*), **24**, 483.

Absorption. — Le déplacement des bandes d'A. dans les solides en fonction de la température (*Kœnigsberger*), **12**, 555. — Sur les bandes d'A. et d'émission dans les corps gazeux (*H. A. Lorentz*), **17**, 56. 160. — Relations entre l'A. de l'énergie radiante et la constitution chimique des corps (*A. Byk*), **17**, 959. — Influence des variations de température sur les phénomènes d'A. dans les cristaux (*J. Becquerel*), **18**, 559; **19**, 80. — Sur l'A. sélective des corps noirs (*Ch. Féry*), **20**, 470. — Sur l'A. des liquides par les substances poreuses (*J. H. Russenberger*), **21**, 264. — L'A. atmosphérique dans l'extrémité ultra-violette du spectre solaire (*Ch. Fabry* et *H. Buisson*), **24**, 124.

Accumulateur. — L'A. Jungner-Edison, **14**, 691.

Acoustique. — L'A. des salles (*W. C. Sabine*), **12**, 106.

Aimant. — Méthode pour rendre les A. indépendants des changements de température (*J. R. Ashworth*), **9**, 593. — L'orientation magnétique dans une agglomération de petits aimants (*L. de la Rive* et *Eug. Guye*), **21**, 768.

Aimantation. — A. transversale des conducteurs magnétiques (*P. Janet*), **1**, 380. — La f. é. m. d'A. (*D. Hurmuzescu*), **6**, 194. — L'A. dans la magnétite cristallisée (*P. Weiss*), **6**, 795; **8**, 352. — Influence de l'A. sur les phénomènes thermo-électriques (*L. Houllevigue*), **6**, 899. — A. des alliages Fe-Sb (*P. Weiss*), **7**, 840; **8**, 352. — L'A. rémanente et la température (*A. Perrier*), **24**, 565.

Air. — L'électrisation de l'A. (*Lord Kelvin* et *M. Maclean*), **5**, 555; **6**, 396; **8**, 1017.

Alternateur. — Les A. de haute fréquence (*R. Jouaust*), **24**, 465.

Aluminium. — Résistivité et thermo-électricité des A. et cupro-A. (*H. Pécheux*), **21**, 242.

Anneau. — La visibilité des A. de Newton (*J. Macé de Lépinay*), **1**, 770.

Arc. — L'A. voltaïque (*P. Janet*), **13**, 416.

L'A. et le four électriques (*J. Violle*), **4**, 361. — Effet de la pression sur la température du cratère de l'A. électrique (*W. E. Wilson* et *G. F. Fitzgerald*), **8**, 122. — La résistance et les f. é. m. de l'A. électrique (*W. Duddell*), **12**, 986. — Nouv. système d'éclairage par A. incandescent (*A. Blondel*), **14**, 745. — Les phénomènes de l'A. chantant (*A. Blondel*), **16**, 708. — Rech. spectroscopiques sur les A. voltaïques aux pressions réduites (*A. Hagenbach*), **21**, 91. — Un A. triphasé à 4 charbons (*A. Righi*), **21**, 882. — Rotation spontanée de l'A. à mercure et rotation dans un champ magnétique (*A. Dufour*), **22**, 90. — Sur l'A. au mercure à courant alternatif (*Eug. Darmois* et *M. Leblanc fils*), **25**, 455.

Balance. — La B. de Rueprecht (*G. M. Lévi*), **4**, 588. — Expériences nouv. sur la B. de torsion (*K. Gruhn*), **17**, 918.

Biréfringence. — La B. magnétique de certains liquides (*A. Cotton* et *H. Mouton*), **16**, 1060; **17**, 672, 1088; **18**, 987; **21**, 571; **24**, 449. — Sur les propriétés électro-optiques des liqueurs mixtes (*J. Chaudier*), **21**, 32.

Bobine. — La construction des B. d'induction (*I. E. Ives*), **14**, 1019. — B. incombustibles, **25**, 219.

Bolomètre. — B. employé suivant une méthode de zéro (*Crandall*), **25**, 134.

Bombe. — La B. calorimétrique (*R. de Forcrand*), **4**, 409.

Boussole. — Le compas gyroscopique de la marine allemande (*M. Pineau*), **23**, 624.

Sur la possibilité de remplacer la B. magnétique par une B. de rotation (*O. Martienssen*) **17**, 806. — Sur une B. électromagnétique pour blockhaus, cuirassés et sous-marins (*L. Dunoyer*), **19**, 416. — Etude des compas de marine (*L. Dunoyer*), **20**, 962.

Brouillard. — Dispersion du B. et des fumées par l'électricité, **18**, 432.

Cable. — Nouv. appareil enregistreur pour C. sous-marin (*G. Courtois*), **8**, 610. — Mesure de la capacité des longs C. sous-marins (*Devaux-Charbonnel*), **16**, 292.

Caléfaction. — Mesure des tensions superficielles dans les liquides en caléfaction (*E. Gossart*), **1**, 54.

Calorimètre. — Un nouv. C. pour déterminer les chaleurs de combustion (*Ch. Darling*), **13**, 1112. — C. enregistreur pour l'essai des gaz combustibles (*H. Rousset*), **19**, 971.

Capacité. — C. électrique du mercure (*E. Bouty*), **5**, 398, 629.

Capillarité. — Une nouv. théorie de la C. (*P. A. Leray*), **4**, 143.

Expérience de C. (*H. Ollivier*), **18**, 517. — La théorie statistique mécanique de la C. (*L. S. Ornstein*), **20**, 198.

Chaleur. — La transformation directe de la C. en travail mécanique par l'emploi des alliages de ferro-nickel (*M. Deprez*), **9**, 71. — La C. spécifique de l'eau et la cause de son anomalie (*C. E. Guillaume*), **9**, 201. — La transmission de la C. dans l'industrie (*F. Dommer*), **10**, 350.

La C. latente de vaporisation des gaz liquéfiés (*E. Mathias*), **1**, 245. — La valeur de l'équivalent mécanique de la C. (*E. H. Griffiths*), **4**, 156. — Détermination de la C. spécifique de l'eau, **6**, 84. — Rapport des c. spécifiques de quelques gaz composés (*Capstick*), **6**, 249. — Nouv. méthode de détermination du rapport des c. spécifiques pour l'air et d'autres gaz (*G. Maneuvrier*), **7**, 106, 111. — Sur le passage de la C. des surfaces métalliques aux liquides en contact avec elles (*T. E. Stanton*), **8**, 801. — Sur la c. émise par une surface de platine aux hautes températures (*J. E. Petavel*), **9**, 663. — Nouv. méthode pour déterminer l'équivalent mécanique de la C. (*Baille* et *Féry*), **9**, 725. — La C. spécifique des métaux, et la relation entre la C. spécifique et le poids atomique (*W. A. Tilden*), **11**, 762; **14**, 162; **15**, 620. — La C. spécifique de l'eau entre les points de congélation et d'ébullition. Détermination de l'équivalent mécanique de la C. (*H. T. Barnes*), **11**, 1154; **20**, 757. — Appareil pour mesurer l'équivalent mécanique de la C. (*H. L. Callendar*), **16**, 966. — Discontinuité des C. spécifiques à saturation et courbes de Thomson (*E. H. Amagat*), **17**, 673. — Application de la loi des états correspondants aux C. spécifiques (*E. H. Amagat*), **17**, 719. — La conversion industrielle de la C. en électricité (*A. Gradenwitz*), **19**, 87. — La C. spécifique des mélanges binaires (*A. Schulze*), **23**, 336, 375, 376. — La C. spécifique des corps composés; règles d'additivité (*J. Duclaux*), **24**, 597.

Champ magnétique. — La production des C. m. et le projet du gros électro-aimant de l'Université de Paris (*A. Cotton*), **25**, 626, 665.

Nouv. méthode pour la mesure de l'intensité des C. m. (*E. Bouty*), **9**, 304. — Contrib. à la réalisation de C. m. élevés (*H. Deslandres* et *A. Pérot*), **25**, 212.

Champ moléculaire. — L'hypothèse du C. m. et la propriété ferro-magnétique (*P. Weiss*), **19**, 99.

Charge. — Anomalies apparentes des C. électriques élémentaires (*F. Ehrenhaft*), **22**, 51.

Cinématographe. — Les applications générales du C. aux sciences biologiques et à l'art (*G. Marinesco*), **11**, 117. — La Cinématographie en couleurs (*E. Coustet*), **25**, 645.

Le C. Lumière (*A. Gay*), **6**, 633.

Cohéreur. — Nouv. forme de C. à restauration automatique (*O. Lodge*), **14**, 737.

Cohésion. — Sur la C. diélectrique des gaz (*E. Bouty*), **15**, 46, 753; **21**, 664.

Coloration. — Nouv. procédé industriel de C. sans couleur matérielle (*E. Casslant*), **9**, 765.

Commutation. — Rech. sur la C. dans les dynamos à courant continu (*A. Mauduit*, **24**, 476.

Comparateur. — Le C. automatique enregistreur Hartmann (*G. Charpy*), **6**, 945. — C. de longueurs d'onde pour les étalons de longueur (*A. E. H. Tutton*), **20**, 758.

Compressibilité. — C. de O, H, Az et CO et poids atomiques de ces éléments (*Lord Rayleigh*), **15**, 421.

Conducteur. — Les nouveaux C. électriques (*H. Vivarez*), **4**, 423.

Conductibilité. — Recherches sur les C. électriques des acides organiques et de leurs sels (*D. Berthelot*), **2**, 38. Coexistence du pouvoir diélectrique et de la C. électrolytique (*E. Bouty*), **3**, 426. — C. du quartz (*P. Curie*), **3**, 458, 495. — Sur la C. de certaines substances polarisantes (*J. Ch. Bose*), **8**, 523. — Sur la C. électrique de l'air et des

vapeurs salines (*H. A. Wilson*), **12**, 727. — Rech. sur la C. électrique de certains sels et du sodium dissous dans le gaz ammoniac liquéfié (*E. Legrand*), **13**, 103. — La C. électrique des alliages métalliques liquides (*Bornemann* et *Müller*), **21**, 967. — La C. électrique et la C. calorifique dans la théorie des électrons (*A. Boutaric*), **23**, 494. — C. de la vapeur de sodium (*L. Dunoyer*), **23**, 645. — Mesure électrométrique des très faibles C. (*M. Boll*), **24**, 249. — Influence des oscillations électr. sur la C. des sels fondus (*C. Tissot*), **24**, 598. — C. électrique de SO^2 liquide et de quelques autres liquides purs (*J. Carvallo*), **25**, 415.

Constante diélectrique. — C. d. de la glace et de l'alcool à de très basses températures (*J. Dewar* et *J. A. Fleming*), **8**, 926. — Sur les C. d. de quelques électrolytes congelés à la température de l'air liquide ou au-dessus (*Fleming* et *Dewar*), **8**, 969. — Les C. d. de la glace pure, de la glycérine... aux basses températures (*Fleming* et *Dewar*), **9**, 166.

Contraction. — C. de volume et C. de pression dans les mélanges (*J. D. van der Waals*), **10**, 83, 123, 453.

Corde. — Les vibrations transversales des C. (*A. Cornu*), **7**, 233.

Couche de passage. — Les C. de p. et le rayon d'activité moléculaire (*G. Vincent*), **10**, 418. — Magnétisme, c. de p. et actions à petite distance (*Ch. Maurain*), **12**, 1059.

Couleur. — Traité de la C. (*A. Rosenstiehl*), **25**, 33.

Courant. — La transmission de la force motrice par C. alternatif (*C. Rechniewski*), **4**, 279. — L'inscription directe des C. électriques variables (*A. Blondel*), **12**, 612, 659.

Inscription électrochimique des C. alternatifs (*P. Janet*), **4**, 431. — L'emploi des C. triphasés à la Station centrale d'électricité de Chemnitz (*A. Gay*), **6**, 344. — Essais comparatifs sur les C. continus et alternatifs à haute tension, **15**, 925.

Décharge. — Les D. électriques dans les gaz raréfiés et la constitution de la matière (*W. Crookes*), **2**, 161, 216.

La D. de l'électricité à travers les gaz (*A. Schuster*), **2**, 586; (*A. Gay*), **6**, 283. — Les D. électriques dans les champs magnétiques intenses (*G. Gouy*), **21**, 130. — Rech. sur la D. des condensateurs (*A. Léauté*), **21**, 485. — Applic. du rhéographe à l'étude des D. oscillantes (*P. Villard* et *H. Abraham*), **21**, 664. — Potentiel de D. dans un champ électrique (*Eug. Bloch*), **22**, 178. — Loi régissant la forme des D. électriques dans les tubes de Geisler (*G. Millochau*), **24**, 823. — Phénomènes de D. observés dans des ampoules en quartz (*R. J. Strutt*), **25**, 502.

Densité. — La D. critique et la loi des états correspondants (*E. Mathias*), **3**, 771. — Les D. des principaux gaz (*Lord Rayleigh*), **4**, 267. — Les D. des gaz et la loi des volumes moléculaires (*Leduc*), **4**, 404. — Nouv. procédé de détermination de la D. des corps pulvérulents (*E. Lenoble*), **8**, 642. — Sur la courbe des D. de l'argon (*E. Mathias, H. K. Onnes* et *C. A. Crommelin*), **24**, 124.

Détecteur. — L'effet enregistré par le D. magnétique, **15**, 160. — D. d'ondes électriques à gaz ionisés (*C. Tissot*), **17**, 720. — Les D. à contact solides (*C. Tissot*), **21**, 358. — D. électrolytique sans f. é. m. auxiliaire (*P. Jégou*), **24**, 683.

Diélectrique. — Les gaz envisagés comme D. (*E. Bouty*), **12**, 35; **14**, 792. — Propriétés diélectriques de l'air; son emploi comme isolant électrique (*J. Escard*), **21**, 805.

Les D. liquides (*Gouré de Villemontée*), **17**, 251.

Dilatation. — De la D. des gaz aux faibles pressions (*G. Melander*), **1**, 740. — Compressibilité, D. et maximum de densité de l'eau (*Amagat*), **4**, 299. — La D. thermique des sulfates normaux de K, Rb et Cs cristallisés (*A. E. Tutton*), **10**, 370. — D. de la silice (*Callendar*), **12**, 389. — Nouv. rech. sur la D. du quartz cristallisé ou amorphe, **14**, 295. — D. et température de fusion des métaux (*Ch. Ed. Guillaume*), **16**, 1019; **17**, 111.

Dilatomètre. — D. interférentiel compensé (*A. E. Tutton*), **9**, 764.

Dimension. — Sur les relations entre les D. des quantités physiques et les directions de l'espace (*W. Williams*), **3**, 529, 803, 836.

Dissolution. — La D. des solides et des liquides dans les gaz (*P. Villard*), **9**, 824.

Dynamique. — Principes de la Dynamique atomique (*J. Stark*), **22**, 501; **23**, 828.

Dynamo. — La théorie des machines dynamo-électriques (*C. Rechniewski*), **1**, 607.

Eau. — L'E. et le mercure sous pression (*J. Carvallo*), **24**, 7.

Le maximum de densité et les propriétés physiques de l'E. (*J. Duclaux*), **21**, 997.

Ebullition. — Détermination des points d'E. des métaux (*H. C. Greenwood*), **20**, 758; Influence de pression (*Id.*), **21**, 405.

Echelle. — Moyen de multiplier la précision de la lecture des E. divisées (*W. H. Julius*), **9**, 307.

Electricité. — La théorie mathématique de l'E. (*Maur. Lévy*), **1**, 33. — Sur les expériences de M. Hertz (*M. Brillouin*), **1**, 141. — Le régime futur de l'E. à Paris (*G. de Lamarcodie*), **18**, 13. — Les grandes transmissions d'énergie électrique (*E. Barthélemy*), **19**, 738. — Le mouvement récent des grandes applications de l'E. (*M. Lévy*), **19**, 768. — Le Congrès international des applications de l'E. (Marseille, 1908) (*P. Janet*), **19**, 897. — L'éclairage et le chauffage électrique (*A. Turpain*), **22**, 869. — Les transports d'énergie électrique à haute tension (*M. Leblanc fils*), **24**, 844.

Nouv. système de distribution d'E. : le système monocyclique de L. Bell (*A. Gay*), **6**, 561. — L'E. à l'Exposition nationale suisse de Genève (*A. Boissonnas*), **8**, 28. — L'E. de contact (*F.-S. Spiers*), **10**, 885. — Théorie simplifiée des phénomènes électriques et optiques dans les corps en mouvement (*H.-A. Lorentz*), **10**, 455. — La destruction des ordures et la production de l'énergie électrique (*J.-S. Highfield*), **12**, 825; (*Dettmar*), **19**, 42. — Les phénomènes électromagnétiques dans un système se mouvant avec une vitesse quelconque, inférieure à celle de la lumière (*H.-A. Lorentz*), **15**, 524. — Passage de l'E. à travers des couches de gaz épaisses (*E. Bouty*), **17**, 392. — Théorie de l'E. (*M. Abraham*), **18**, 38. — Les installations hydro-électriques et les transmissions à haute tension aux Etats-Unis (*H. Marchand*), **22**, 514. — L'avenir des centrales génératrices d'E. (*H. Marchand*), **22**, 753. — Le Congrès électrotechnique international de Turin (*H. Marchand*), **22**, 939. — La plus grande installation hydro-électrique du monde (*H. Marchand*), **24**, 566.

Electrisation. — L'E. de contact, une théorie des solutions colloïdales (*J. Perrin*), **14**, 1127. — L'E. par rayonnement et l'émission d'ondes rapides par les corps à la température ordinaire (*G. Malander*), **17**, 1028. — L'E. de contact en Biologie (*P. Girard*), **20**, 694.

Electrodiapason. — L'E ; contact et amplitude dans l'entretien direct (*A. Guillet*), **21**, 173.

Electrodynamique. — Rech. expérimentales sur l'E. des corps en mouvement (*V. Crémieu*), **12**, 981. — A propos des expériences de M. Crémieu (*H. Poincaré*), **12**, 994.

Rech. sur l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement (*V. Karpen*), **15**, 953.

Electromagnétisme. — Revue d'E. (*Eug. Bloch*), **24**, 309.

Electromécanique. — E. statistique (*J.-D. van der Waals jr*), **13**, 751.

Electromètre. — E. absolu interférentiel pour petits potentiels (*Pérot* et *Fabry*), **8**, 606. — Un nouv. E. capillaire perfectionné (*S.-W.-J. Smith*), **14**, 1179. — Nouv. E. absolu (*A. Guillet* et *M. Aubert*), **23**, 910. — Nouv. électromètre idiostatique (*V. Crémieu*), **24**, 208.

Electron. — La Physique des E. (*P. Langevin*), **16**, 257. — La Dynamique de l'E. (*H. Poincaré*), **19**, 386.

Le mouvement des E. dans les métaux (*H.-A. Lorentz*), **16**, 139, 240, 663. — Les E. positifs (*J. Becquerel*), **19**, 598; (*A. Dufour*), **20**, 470. — La théorie électronique des métaux (*Eug. Bloch*), **23**, 126.

Electrotechnique. — Les tendances et les recherches actuelles de l'E. (*P. Janet*), **16**, 547.

Energétique. — Sur l'E. (*H. Le Chatelier*), **4**, 567. — Les principes généraux et les relations fondamentales de l'E. (*G. Hostelet*), **18**, 483.

Energie. — La théorie de l'E. et ses applications (*A. Nodon*), **4**, 699. — Conservation et utilisation de l'E. (*G. Mestin*), **15**, 584, 652. — Le partage de l'E. entre la matière pondérable et l'éther (*H. Lorentz*), **20**, 14.

Entropie. — L'E., sa mesure et ses variations (*G. Mouret*), **6**, 909, 1001. — Le facteur thermique de l'évolution (entropie) (*G. Mouret*), **6**, 1071.

Equation. — L'E. critique et la théorie du mouvement cyclique (*J.-D. van der Waals*), **12**, 296, 391, 451. — L'E. critique de van der Waals (*Ph. Kohnstamm*), **15**, 571.

ETALON. — Etude sur les E. industriels à broches et calibres (*A. Pérard*), 25, 281.

ETHER. — Nos conceptions actuelles sur l'E. (*P.-G. Nutting*), 23, 573.

Relations entre l'E. et la matière (*O. Lodge*), 3, 460. — Mouvement relatif de la Terre et de l'E. (*H.-A. Lorentz*), 3, 838. — Sur une conception chimique de l'E. (*Mendéléeff*), 15, 719.

ETINCELLE. — La vitesse des particules métalliques dans l'E. électrique (*A. Schuster* et *Hemsalech*), 10, 297. — Constitution de l'E. électrique (*Hemsalech*), 16, 583.

EVAPORATION. — L'E. électrique (*W. Crookes*), 2, 430. 497.

FILTRAGE. — Le F. des particules ultra-microscopiques (*H. Bechhold*), 19, 214.

FLAMME. — Détermination objective de la fréquence des F. de Kœnig (*K. Marbe*), 17, 842.

FLOCULATION. — Les travaux de Quincke sur la F. des milieux troubles, les précipités liquides et leur tension superficielle (*W. Spring*), 13, 580.

La F. des milieux troubles (*W. Spring*), 11, 1159.

FLUIDE. — L'équation fondamentale des F. (*Ph.-A. Guye*), 1, 365.

L'état f. et l'équation d'état (*J.-D. van der Waals*), 14, 923. — La pression interne des F. (*E.-H. Amagat*), 17, 205; 20, 519.

FLUORESCENCE. — Sur la F. et l'absorption (*J.-B. Burke*), 16, 624. — La F. des vapeurs des métaux alcalins (*L. Dunoyer*), 23, 332.

FORCE ÉLECTROMOTRICE. — Mesure directe des f. é. m. en unités électromagnétiques (*C. Limb*), 6, 830, 1059.

FOUR. — L'arc et le F. électriques (*J. Violle*), 4, 361.

F. électrique dans les milieux gazeux aux hautes pressions (*Hutton* et *Petavel*), 19, 382. — Les F. électriques à tremper (*H. Marchand*), 24, 527.

FOYER. — Le rendement photogénique des F. (*A. Witz*), 2, 663.

FRÉQUENCE. — Hauts potentiels et hautes F. électriques (*E. Gérard*), 4, 209.

Nouv. F.-mètres pour courants ondulatoires (*L. Ramakers*), 15, 758.

FROID. — La production du F. et ses récentes applications (*C.-E. Guye*), 3, 635. — Le Laboratoire cryogène de Leyde (*E. Mathias*), 7, 381. — Le Ier Congrès international du F. (Paris, 1908) (*R. Marchis*), 20, 206. — Les récents travaux du Laboratoire cryogène de Leyde (*M. Lamotte*), 22, 902. — Voir LIQUÉFACTION et TEMPÉRATURE.

Nouv. machines frigorifiques à affinité, 16, 2; 22, 2. — Nouv. machine frigorifique (*M. Leblanc*), 16, 1116. — Récupération frigorifique des vapeurs diluées dans de grandes quantités d'air (*G. Claude*), 21, 358. — Un perfectionnement des machines frigorifiques à compression, 22, 214. — Une nouv. machine frigorifique, 25, 464.

FROTTEMENT. — Etude sur le frottement des liquides (*M. Couette*), 1, 491.

Le F. intérieur des solides (*C.-E. Guye*), 23, 458.

FUSION. — Rech. sur l'influence de la pression sur la température de f. (*R. Demerliac*), 10, 320. — Cristallisation et F. (*G. Tammann*), 16, 437. — Dilatation et température de f. des métaux (*Ch.-Ed. Guillaume*), 16, 1019, 17, 111.

GALVANOMÈTRE. — Nouv. G. parfaitement astatique (*G. Lippmann*), 12, 551. — G. électrodynamomètre-électromètre absolu (*V. Crémieu*), 12, 589. — Méth. nouv. d'extinction des oscillations d'un G. (*W. Einthoven*), 15, 1055.

GAMME. — Les G. musicales au point de vue des physiciens (*H. Bouasse*), 17, 177. — Le débat sur la G.; les conceptions de Pythagore et de Descartes (*M. Gandillot*), 18, 714.

Essais sur la G. (*M. Gandillot*), 18, 509.

GAZ. — La préparation industrielle et les principales applications des G. liquéfiés (*E. Mathias*), 12, 902, 965; de l'acide carbonique liquide (*E. Mathias*), 13, 180, 230.

Propriétés des G. très purs au voisinage du point critique (*P. Villard*), 5, 630, 662. — Etude expérimentale des hydrates de G. Etude des G. liquéfiés (*P. Villard*), 8, 352. — Rech. sur les G. (*A. Leduc*), 11, 41. — Loi du mélange des G. (*P. Sacerdote*), 10, 452. — Une propriété des G. monoatomiques (*D. Berthelot*), 12, 590. — Absorption des G. par le charbon aux très basses températures (*J. Dewar*), 15, 884. — Sur les centres neutres des G. issus des flammes (*M. de Broglie*), 18, 603. — Les suspensions dans les G. (*M. de Broglie*), 20, 608. — L'absorption des G. par le charbon de bois (*Mlle I. Homfray*), 21, 665. — Revision des constantes critiques des G. liquéfiables (*E. Cardoso*), 23, 878.

GÉNÉRATEUR. — Les G. et transformateurs polymorphiques d'énergie électrique (*Hospitalier*), 5, 469.

GLACE. — Les cristaux de G. creux (*Grossman* et *Lomas*), 5, 224. — La densité et le coefficient d'expansion cubique de la G. (*J.-H. Vincent*), 13, 445. — La densité de la G. et sa chaleur de fusion (*A. Leduc*), 17, 157. — La fusion de la G. à 0° (*E. Somermeier*), 24, 718.

GRAMMOPHONE. — Le G. (*E. Berliner*), 1, 287.

GRAVITATION. — La constante de la G. (*C.-V. Boys*), 8, 46. — Remarques sur la loi de Newton (*Ch.-Ed. Guillaume*), 8, 55. — Sur la nature de l'attraction newtonienne (*J. Saint-Romas* et *Ch.-Ed. Guillaume*), 8, 379. — Le problème de la G. (*V. Crémieu*), 18, 7.

Sur une balance de gravité à fil de quartz (*R. Threlfall* et *J.-A. Pollock*), 10, 681. — Considérations sur la G. (*H.-A. Lorentz*), 11, 658. — La constante de la G. universelle et les irrégularités locales de la pesanteur (*M. Brillouin*), 11, 1351.

HALO. — Etude expérim. du H. en photographie (*A.* et *L. Lumière*), 1, 568. — Les H. photographiques (*E. Coustet*), 23, 930.

Les H. pléochroïques; nouv. méthode pour déterminer l'âge de la Terre (*A. Boutaric*), 24, 414.

HYSTÉRÈSE. — L'H. magnétique (*P. Duhem*), 17, 8, 64.

Les procédés de réduction de l'H. magnétique (*Ch. Maurain*), 15, 713. — L'H. dans les champs tournants (*Weiss* et *Planer*), 19, 170. — Variations thermiques des H. tournante et alternative (*A. Perrier*), 21, 663.

IMAGES. — La transmission instantanée des I. par l'électricité (*E. Mathias*), 1, 798. — Dispositif téléoptique (*A. Schneider*), 14, 638. — La transmission à distance des écritures et dessins (*A. Gradenwitz*), 16, 921; 18, 3, 906; 19, 4, 215; 25, 544; (*J. Blondin*), 19, 417; (*L. Sémat*), 20, 608. — Le système Korn de téléphotographie sans fil, 25, 95. — Voir TÉLÉVISION.

INDUCTION. — L'I. magnétique et les phénomènes moléculaires (*J.-A. Ewing*), 2, 737.

Mesure des coefficients d'I. (*H. Abraham*), 4, 781. — Mesure du pouvoir inducteur spécifique des solides et liquides (*H. Pellat*), 6, 607. — Le pouvoir inducteur spécifique des métaux (*A. Broca*), 17, 438. — Forme à donner à l'étalon d'I. mutuelle (*A. Guillet*), 22, 346. — Relation entre le pouvoir inducteur spécifique et les charges atomiques (*F. Sanford*), 25, 177.

INTERFÉRENCE. — Les méthodes interférentielles en Métrologie (*A. Michelson*), 4, 369.

Théorie de la visibilité et de l'orientation des franges d'I. (*Ch. Fabry*), 3, 521. — Sur l'achromatisme des I. (*E. Mascart*), 4, 57. — Sur les I. de deux faisceaux superposés en sens inverse le long d'un circuit optique de grandes dimensions (*G. Sagnac*), 21, 623. — Détermination sans calcul des franges d'I. des cristaux en lumière convergente (*C. Raveau*), 22, 508.

INTERRUPTEUR. — I. électromagnétique à mercure pour courants alternatifs ou continus (*P. Villard*), 10, 210.

KILOGRAMME. — Le volume du K. d'eau (*Ch.-Ed. Guillaume*), 19, 262.

ION. — L'Optique et la théorie des I. (*P. Zeeman*), 8, 298. — Les applications biologiques de la théorie des I. (*L. Maillard*), 10, 768. — La théorie des ions et ses critiques (*A. Hollard*), 18, 72.

Les vitesses des I. (*W. C. D. Whetham*), 3, 871. — La diffusion des I. dans les gaz (*J. S. Townsend*), 10, 611. — Sur l'efficacité comparée des I. positifs et négatifs comme noyaux de condensation (*C. T. R. Wilson*), 10, [illegible]. — Les chaleurs de formation des I. (*A. Hollard*), 10, 939. — Sur la diffusion des I. produits dans l'air (*J. S. Townsend*), 11, 1114. — Nature de la conductibilité produite dans le gaz par le passage des I. chargés négativement (*J. S. Townsend*), 11, 1120. — La mesure des vitesses ioniques en solutions aqueuses et l'existence des I. complexes (*B. D. Steele*), 12, 1038. — Les I. dans les gaz (*P. Langevin*), 13, 652, 700 — Les I. de l'atmosphère (*P. Langevin*), 15, 1153; 16, 536. — Les noyaux de condensation de l'atmosphère (*C. Barus*), 18, 78. — Le transport des I. et l'existence des hydrates (*J. Perrin*), 18, 426. — Les I. et

particules neutres présents dans certains gaz récemment préparés (*L. Bloch*), **21**, 997. — Diffusion des I. en milieu aqueux (*P. Girard*), **25**, 759.

Ionisation. — L'I. par le phosphore (*Eug. Bloch*), **14**, 223; **15**, 210; **20**, 97. — Enregistrement continu de l'I. atmosphérique (*Ch. Nordmann*), **16**, 290. — L'I. par barbotage (*L. Bloch*), **18**, 987. — L'I. des gaz par les rayons X et la recombinaison initiale (*M. Moulin*), **19**, 464. — L'I. des gaz par voie chimique (*de Broglie* et *Brizard*), **21**, 570. — L'I. par chocs et l'étincelle électrique (*A. Blanc*, **23**, 252. — L'I. de l'air en vase clos et la radiation pénétrante (*A. B. Chauveau*), **25**, 175. — Origine de l'I. produite par le carbone incandescent (*Pring*), **25**, 582.

Kilogramme. — La détermination du K. (*Macé de Lépinay*), **7**, 886.

Lame. — Les L. d'huile étendues sur l'eau et le mercure (*H. Devaux*), **24**, 443.

Préparation de L. minces métalliques par projection cathodique (*L. Houllevigue*), **13**, 1151. — Propriétés des substances réduites en L. minces (*H. Devaux*), **15**, 364. — Sur les franges de réflexion des L. argentées (*M. Hamy*), **17**, 299. — Couches monomoléculaires; nouv. procédés d'observation (*H. Labrouste*), **25**, 168. — Sur l'apparition et la disparition des globules dans une mince couche d'huile étendue sur l'eau (*H. Devaux*), **25**, 455. — Sur la phase d'équilibre des forces de rassemblement et d'extension agissant sur l'huile déposée sur l'eau (*H. Devaux*), **25**, 536.

Lampe. — La L. et la soupape à mercure de Cooper Hewitt (*P. Letheule*), **16**, 935. — Les L. à incandescence à filaments métalliques (*G. de Lamarcodie*), **19**, 283.

Progrès nouv. des L. électriques, **11**, 111. — La L. à incandescence et le courant alternatif, **12**, 58. — L'éclairage par L. à incandescence à filaments de carbone et le système économiseur Weissmann-Wydts (*G. Weissmann*), **13**, 443. — Nouv. L. électriques, **13**, 597. — La L. électrique Bremer, **13**, 900. — Données actuelles sur la L. Nernst, **13**, 1002. — L. et redresseurs de courant Cooper-Hewitt, **14**, 232.

Liquéfaction. — L. et solidification de l'argon (*K. Olszewski*), **6**, 101. — La L. de l'hydrogène (*E. Mathias*), **6**, 617. — L'appareil Hampson pour la L. de l'air et des gaz (*W. Tilden*), **7**, 329. — La L. du fluor (*Moissan* et *Dewar*), **8**, 460. — La L. industrielle de l'air et l'extraction de l'oxygène de l'atmosphère (*E. Mathias*), **18**, 697. — Voir Gaz.

La L. de l'air et recherches aux basses températures (*J. Dewar*), **7**, 274. — La L. de l'air et ses applications (*G. Claude*), **17**, 52. — Exp. sur la L. de l'hélium par expansion (*H. K. Onnes*), **19**, 380, 725.

Liquide. — Quelques propriétés physiques des L. purs et des mélanges (*S. Young*), **15**, 981.

Loi. — L'aspect actuel de la L. de Kirchhoff (*A. Cotton*), **10**, 102.

Longueur d'onde. — L'unité des longueurs d'onde lumineuses (*Ch. Ed. Guillaume*), **18**, 344, 479. — L'échelle des longueurs d'onde lumineuses, **20**, 862. — Mesure de petites variations de L. d'o. par la méthode interférentielle (*Ch. Fabry* et *H. Buisson*), **21**, 84.

Lumière. — La théorie électromagnétique de la L. (*R. Blondlot*), **2**, 289. — Les définitions de l'intensité de la L. et les théories optiques (*M. Brillouin*), **4**, 161. — La théorie des ondes lumineuses et son influence sur la Physique moderne (*A. Cornu*), **10**, 541. — La propagation de la L. à travers les corps en repos ou en mouvement (*G. Sagnac*), **11**, 243. — Idées nouvelles sur les vitesses relatives des diverses vibrations lumineuses dans l'éther intersidéral (*Ch. Nordmann*), **20**, 350. — La L. ultra-violette (*H. Buisson* et *Ch. Fabry*), **22**, 309. — La L. et les quanta (*J. Perrin*), **23**, 806.

La diffusion de la L. (*Sumpner*), **3**, 878. — Influence du mouvement de la Terre sur la propagation de la L. dans les milieux biréfringents (*H. A. Lorentz*), **4**, 204. — Absorption de la L. par les cristaux (*Camichel*), **6**, 293, 860. — L'absorption de la L. par les corps fluorescents (*Ch. Ed. Guillaume*), **8**, 932. — Nouv. détermination de la vitesse de la L. à l'Observatoire de Nice (*Perrotin*), **12**, 2. — Une nouveauté dans l'éclairage : la lumière du néon (*G. Claude*), **21**, 1003. — Comparaison des vitesses de propagation de la L. et des ondes de Hertz (*C. Gutton*), **23**, 165. — Sur la propagation de la L. dans les milieux actifs absorbants (*G. Bruhat*), **25**, 726.

Luminescence. — Les phénomènes de L. et leurs causes (*J. Guinchant*), **16**, 683.

L. dans l'arc au mercure dans le vide (*A. Perot*), **21**, 1037. — Rayonnement thermique et L. (*E. Pringsheim*), **24**, 606.

Machine électrostatique. — Nouv. M. é., **25**, 422.

Machine pneumatique. — Nouv. principe pour la construction des M. p.; la pompe à air moléculaire (*W. Gaede*), **23**, 723.

Magnétisme. — M., couches de passage et actions à petite distance (*Ch. Maurain*), **12**, 1059.

Variations des propriétés magnétiques des corps à diverses températures (*P. Curie*), **4**, 299; **5**, 397; **6**, 637. — Les propriétés magnétiques du fer sont-elles influencées par des renversements fréquents de polarité, **6**, 385. — Propriétés magnétiques du fer presque pur (*E. Wilson*), **9**, 554. — Sur la déformation magnétique du nickel (*E. T. Jones*), **9**, 663. — La susceptibilité magnétique de l'oxygène (*J. A. Fleming* et *J. Dewar*), **10**, 35. — La magnétostriction des aciers au nickel (*H. Nagaoka* et *K. Honda*), **13**, 400. — Influence des courants induits sur la distribution du M. dans un cylindre de fer tournant dans un champ magnétique (*E. Wilson*), **13**, 946. — Dissipation de l'énergie par des courants électriques induits dans un cylindre de fer tournant dans un champ magnétique (*E. Wilson*), **13**, 996. — Le M. des alliages du manganèse (*Ch. Ed. Guillaume*), **15**, 924; **16**, 1066. — Les qualités magnétiques de quelques alliages ne contenant pas de fer (*J. A. Fleming* et *R. A. Hadfield*), **16**, 746. — Détermination des qualités magnétiques du fer, **16**, 839.

Magnéton. — Le M. (*P. Weiss*), **25**, 12.

Manchon. — La théorie des M. à incandescence (*Ch. Ed. Guillaume*), **17**, 937.

Masse. — Nouv. détermination de la M. du décimètre cube d'eau pure (*H. Buisson*), **16**, 487.

Matière. — Les états de la M. (*Ch. Ed. Guillaume*), **18**, 1005. — La M. organisée (*J. Duclaux*), **21**, 139. — Les théories moléculaires et les Mathématiques (*Em. Borel*), **23**, 842.

Relations entre l'éther et la M. (*O. Lodge*), **3**, 460.

Mètre. — La Convention du M. (*Ch. Ed. Guillaume*), **6**, 887.

La 3e Conférence internationale du M. (Paris, 1901), **12**, 893.

Métrologie. — Les méthodes interférentielles en M. (*A. Michelson*), **4**, 369. — M. et législation (*Ch.-Ed. Guillaume*), **23**, 733.

Application des solides élastiques à la M. (*C. Chree*), **12**, 591. — La 4e Conférence générale des Poids et Mesures (Paris, 1907), **19**, 2. — La 5e Conférence générale des Poids et Mesures (Paris, 1913), **24**, 828.

Microphone. — Mesures sur le M. (*J. Cauro*), **10**, 791.

Microphonographe. — Le M. et ses applications à l'éducation des sourds-muets, à la téléphonie et à la cinématographie (*L. Olivier*), **8**, 1005.

Microphotographie. — La M. en lumière ultra-violette (*A. Köhler*), **16**, 147.

L'application à la M. de la reproduction indirecte des couleurs (*F. Monpillard*), **9**, 730.

Microscope. — Appareils pour l'examen microscopique des corps opaques (*G. Charpy*), **7**, 1260. — Nouv. M. pour l'étude des corps opaques (*H. Le Chatelier*), **8**, 43.

Mirage. — Contribution à l'étude du M. (*Macé de Lépinay* et *Perot*), **4**, 115.

Moteur. — Le M. électrique dans l'industrie métallurgique (*H. Marchand*), **22**, 525.

Mouvement. — Le M. brownien et les M. moléculaires (*G. Gouy*), **6**, 1.

Musique. — Essai d'une théorie cinématique de la M. (*R. Chassériaud*), **19**, 355.

Nickel. — Résistivité et thermo-électricité des N. et de leurs alliages actuels (*H. Pécheux*), **20**, 777.

Dilatation et transformation magnétique du N. (*Ch. Ed. Guillaume*), **15**, 675.

Ondulations. — O. électriques dans un conducteur rectiligne (*J. Stefan*), **1**, 61, 94. — Chronophotographie de précision des O. hertziennes (*H. Abraham*), **24**, 519.

Optique. — Les progrès de l'O. (*J. Violle*), **4**, 666. — La

puissance des systèmes centrés (*G. Weiss*), **5**, 976. — L'O. et la théorie des ions (*P. Zeeman*), **8**, 298. — L'O. des métaux pour les ondes de grande longueur (*H. Rubens*), **15**, 928.

Revue annuelle d'O. (*L. Houllevigue*), **22**, 650; **23**, 858; **25**, 440.

Variations des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes (*A. Lavenir*), **6**, 388. — Illusion d'O. se manifestant par des maxima et des minima de clarté (*C. H. Wind*), **9**, 631. — Les progrès de l'Allemagne dans les industries optiques (*H. F. Angus*), **13**, 596. — Propriétés optiques de la silice vitreuse (*J. W. Gifford* et *W. A. Shenstone*), **15**, 521. — La théorie des instruments d'O. (*M. von Rohr*), **18**, 938. — La Fondation Carl Zeiss (*B. Brunhes*), **19**, 558.

Oscillation. — Les O. électriques de période moyenne (*P. Janet*), **4**, 235. — Rech. sur les O. électriques (*J. Blondin* et *A. Turpain*), **10**, 929. — Détecteur magnétique pour O. électriques (*G. Marconi*), **13**, 896. — Sur l'effet de la lumière du jour sur la propagation des O. électro-magnétiques à grande distance (*G. Marconi*), **13**, 1106. — Rech. expérimentales sur les O. électriques d'ordre supérieur (*M. Lamotte*), **14**, 1222. — L'émission d'O. électriques dirigées (*G. Marconi*), **17**, 578. — Production au moyen de l'arc voltaïque d'O. électriques rapides (*L. W. Austin*), **18**, 1029. — Nouv. générateur d'O. à haute fréquence, **20**, 830.

Oscillographe. — Les O. Duddell, **15**, 426. — Un nouv. O. (*H. Marchand*), **25**, 663.

Perméabilité. — Rech. sur la P. magnétique et la constante diélectrique de l'oxygène et de l'air liquides (*Fleming* et *Dewar*), **8**, 217.

Phénomène. — Une théorie du P. de Zeeman : la théorie de Ritz (*A. Cotton*), **22**, 597.

Le P. de Kerr (*H. Abraham* et *Lemoine*), **10**, 884. — Remarques sur le P. de Zeeman (*A. Cotton*), **20**, 518. — Sur les P. de Zeeman dissymétriques rencontrés dans des spectres d'émission (*A. Dufour*), **21**, 40. — Sur le P. de Hall aux basses températures (*J. Becquerel*), **24**, 80. — L'analogue électrique du P. de Zeeman (*J. Stark*), **25**, 2, 464.

Phonographe. — Les récents perfectionnements du P. (*G. Lavergne*), **7**, 193.

Nouv. méthode d'inscription phonographique, **21**, 918.

Phosphorescence. — La P. des sulfures alcalino-terreux (*Lenard* et *Klatt*), **16**, 354. — P. causée par les rayons γ et β du radium (*G. T. Beilby*), **16**, 486. — La P., propriété atomique et moléculaire (*G. Urbain*), **17**, 205, 721. — La P. à basse température (*J. de Kowalski*), **21**, 129; **23**, 338.

Photoélectricité. — Sur la P. é. (*G. Minchin*), **2**, 61. — La fatigue p.-é. du zinc (*H. S. Allen*), **18**, 84. — Etude de l'effet p.-é. de Hertz pour des radiations de longueur d'onde bien définie (*Eug. Bloch*), **21**, 492.

Photographie. — La P. des objets à très grande distance par l'intermédiaire du courant électrique (*M. Brillouin*), **2**, 33. — La P. des couleurs (*G. Lippmann*), **3**, 41, 340. — La Perspective photographique et la perspective oculaire : le vérascope (*J. Richard*), **5**, 649. — Idées nouv. sur la P. des couleurs, d'après Wiener (*B. Brunhes*), **6**, 609. — La P. des couleurs, ses méthodes et ses résultats (*A.* et *L. Lumière*), **6**, 1035. — Les récents progrès de la P. des couleurs (*E. Coustet*), **17**, 599. — Les halos photographiques (*E. Coustet*), **23**, 930. — Voir également Photographie (ch. X) pour le côté plus spécialement chimique.

La phosphorescence et la fluorescence en P. (*R. Colson*), **8**, 308. — Action exercée par certains métaux et autres corps sur la plaque photographique (*W. J. Russell*), **9**, 694; **10**, 570; **15**, 917 (*S. Saeland*), **20**, 5. — Nouv. méthode d'obtention de la P. des couleurs (*A.* et *L. Lumière*), **15**, 883. — La P. judiciaire (*R. Reiss*), **15**, 1048. — La reproduction des reliefs par voie p. (*C. Baese*), **15**, 1060. — La fonction photographique dans ses rapports avec les phénomènes d'inversion (*A. Guébhard*), **16**, 38, 186. — P. en couleurs par la méthode interférentielle sans miroir de mercure (*E. Rothé*), **16**, 39. — P. en couleurs du spectre négatives par transmission (*G. Lippmann*), **16**, 660. — L'étude des objectifs p. (*E. Langlet*), **16**, 707. — L'irradiation photographique (*A. Guébhard*), **17**, 619. — La reproduction des couleurs par la P. (*Ch. Boulanger*), **18**, 527. — La P. des couleurs sur papier : le procédé par décoloration (*E. Coustet*), **23**, 171. — La correction des objectifs p. (*E. Wallon*), **24**, 823.

Photomètre. — Le P. à scintillation Simmance et Abbady, **15**, 576. — Rech. de Photométrie photographique (*C. Cesaro* et *C. Manicardi*), **17**, 60. — Un P. photo-électrique, **18**, 734. — P. à lecture directe (*C. Féry*), **19**, 484.

Physique. — Revue annuelle de P. (*C. Garbl*), **1**, 302; **2**, 415; **3**, 447; **4**, 313; **5**, 284; **6**, 550; **7**, 568; (*L. Poincaré*), **8**, 413; **9**, 418; **10**, 387; **14**, 28, 88.

L'Exposition de la Société française de P. (1894 *Ch. Ed. Guillaume*), **5**, 247; (1895), **6**, 374; (1897) (*C. Raveau*), **8**, 487; (1898), **9**, 309.

Les rapports de l'Analyse et de la P. mathématique (*H. Poincaré*), **8**, 857. — Le prochain Congrès international de P. (*Ch. Ed. Guillaume* et *L. Poincaré*), **11**, 669. — Discours d'ouverture du Congrès international de P. (*A. Cornu*), **11**, 919. — Les relations entre la P. expérimentale et la P. mathématique (*H. Poincaré*), **11**, 1163. — La valeur de la théorie physique (*P. Duhem*), **19**, 7. — La Mathématique dans ses rapports avec la P. (*Em. Picard*), **19**, 602.

Polarisation. — Une théorie de la P. rotatoire (*E. Bichat*), **3**, 548. — Les capacités initiales de P. (*E. Bouty*), **4**, 364. — P. d'électrodes de platine dans l'acide sulfurique (*J. B. Henderson*), **4**, 619.

La P. elliptique des rayons réfléchis et transmis par les lames métalliques minces (*G. Meslin*), **1**, 311. — Rotation électromagnétique du plan de P. dans les liquides et solutions (*H. Jahn*), **2**, 318. — Etude de la P. rotatoire naturelle et de la P. rotatoire magnétique (*G. Moreau*), **5**, 87. — La P. de la lumière diffusée par le verre dépoli (*A. Lafay*), **10**, 877. — Mise en évidence de la P. rotatoire dans les cristaux biaxes (*Pocklington*), **14**, 1018; (*H. Dufet*), **15**, 618.

Potentiel. — Hauts P. et hautes fréquences électriques (*E. Gerard*), **4**, 209.

Sur la chute de P. près de la cathode dans les gaz (*J. W. Capstick*), **9**, 798.

Pouvoir rotatoire. — Le P. r. du quartz dans l'infra-rouge (*H. Dongier*), **9**, 127; **10**, 248.

Principe. — Le P. de Huyghens (*D. P. Moll*), **11**, 993.

Prisme. — Le P. à faces courbes et ses applications (*Ch. Féry*), **25**, 281.

Projection. — La P. stéréoscopique (*E. Estanave*), **19**, 683.

Pyrométrie. — L'application des lois du rayonnement à la P. (*Ch. Féry*), **14**, 911.

Radiations. — Les nouv. expér. de M. Lodge sur les radiations électriques (*L. Poincaré*), **1**, 273.

Détermination de la longueur d'onde des R. électriques au moyen des réseaux de diffraction (*J. C. Bose*), **7**, 887. — Détermination des indices de réfraction de quelques substances pour les R. électriques (*J. C. Bose*), **9**, 166. — Influence de l'épaisseur de la lame d'air sur la réflexion totale des R. électriques (*J. C. Bose*), **9**, 439. — La R. dans le système solaire, son effet sur la température et sa pression sur les corps de petite dimension (*J. H. Poynting*), **12**, 1289. — La R. Rontgen polarisée (*Ch. G. Barkla*), **16**, 489; **17**, 480. — Sur la R. de chaleur dans un système de corps ayant partout la même température (*H. A. Lorentz*), **16**, 963, 1064. — La polarisation de la R. Röntgen (*H. Haga*), **17**, 802. — La R. électromagnétique et les réactions mécaniques qui en proviennent (*G. A. Schott*), **24**, 72. — La production d'une R. de Roentgen très douce par le choc des rayons cathodiques positifs et lents (Sir *J. J. Thomson*), **25**, 762.

Radio-activité. — La R. a. de la matière (*H. Becquerel*), **13**, 603. — Le radium et la R. a. (*A. Debierne*), **15**, 11, 60. — Etat actuel de nos connaissances sur la R. a. (*A. Debierne*), **19**, 691, 730.

Propriétés des corps r. a. (M. et Mme *P. Curie*), **11**, 160. — La R. a. de l'uranium (*Sir W. Crookes*), **11**, 949. — La R. a. de l'air renfermé dans le sol (*Elster* et *Geitel*), **13**, 1160; **14**, 798. — La R. a. atmosphérique aux latitudes élevées (*G. C. Simpson*), **15**, 520. — Lois de la disparition de la R. a. induite par l'émanation du radium (*P. Curie*), **16**, 291. — Rech. récentes sur les transformations r.-a. (*C. Raveau*), **18**, 255. — Appareil pour la mesure de la R. a. d'après la méthode électroscopique (*C. Chenevau* et *A. Laborde*), **19**, 1008. — Sur la chaleur dégagée par les corps r.-a. (*W. Duane*), **20**, 683. — La R.-a. de la matière ordinaire, **20**, 937. — Les transformations des corps r. a. (*A. Debierne*), **23**, 259. — Sur le recul r.-a. (*L. Wintersteiner*), **24**, 284. — La loi des périodes envisagées au point de vue de la R. a. (*F. Soddy*), **24**, 454.

RADIOGRAPHIE. — R. du corps entier d'un nouveau-né (*A. Imbert* et *H. Bertin-Sans*), 7, 556. — La R. appliquée au diagnostic médical (*G. Contremoulins*), 18, 1012.

Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs (*A. Londe*), 9, 442. — L'orthodiagraphe, 16, 798.

RADIOMÈTRE. — Les constantes radiométriques (*Ch. Ed. Guillaume*), 3, 93.

RADIOSCOPIE. — De l'emploi des bobines de Ruhmkorf en endodiascopie (*A. Rémond*), 9, 838.

RADIUM. — L'émanation du R. (*Sir W. Ramsay*), 15, 581. — Le R. peut-il donner la vie? (*W. Ramsay*), 16 801. — L'origine du R. (*F. Soddy*), 23, 343.

Le dégagement de chaleur spontané du R. (*P. Curie*), 14, 885.

RAYON. — Les R. lumineux curvilignes (*Ch. Ed. Guillaume*), 5, 155. — Les R. cathodiques et l'hypothèse de la matière radiante (*L. Poincaré*), 5, 701. — La photographie de l'invisible (R. Röntgen) (X), 7, 49. — Les R. cathodiques et les R. Röntgen (*H. Poincaré*), 7, 52. — Une nouvelle espèce de R. (*W. C. Röntgen*), 7, 59. — Sur les R. de Röntgen (*A. Schuster*), 7, 64. — Les vibrations longitudinales de l'éther. A propos des R. Röntgen (*J. T. Bottomley*), 7, 65. — Sur les R. de Röntgen (*J. Perrin*), 7, 66. — Observations sur la formation des R. Röntgen (*H. Dufour*), 7, 191. — Les faits nouveaux sur les R. Röntgen (*C. Raveau*), 7, 249. — Les hypothèses actuelles sur la nature des R. Röntgen (*O. Lodge*), 7, 253. — Expériences à tenter sur les R. Röntgen (*Lord Kelvin*), 7, 258. — La technique de la photographie de l'invisible. I. Mode opératoire sans champ magnétique (*C. Raveau*), 7, 391. II. Réduction du temps de pose par l'emploi de champs magnétiques non uniformes (*G. Meslin*), 7, 407. — La Fluoroscopie, application des R. Röntgen à la vision directe des organes internes (*C. M. Gariel*), 7, 850. — Les R. X et la dissociation (*Ch. Ed. Guillaume*), 8, 529. — Les R. de Becquerel et le polonium (*S. Curie*), 10, 41. — La formation des R. cathodiques (*P. Villard*), 10 301. — Une nouv. espèce de radiations : les R. N (*M. Ascoli*), 15, 226. — L'inscription photographique de l'action des R. N (*R. Blondlot*), 16, 727. — Le dosage des R. X en Biologie et en Médecine (*H. Guilleminot*), 19, 652. — L'analyse chimique par les R. positifs (*J. J. Thomson*), 22, 714. — La nature des R. X et la structure réticulaire des corps cristallisés (*L. Brunet*), 24, 101. — Voir aussi RADIATION.

Nouv. rech. sur les propriétés et l'origine des R. X (*W. C. Röntgen*), 7, 499. — Absorption des R. Röntgen par différentes substances (*J. A. M'Clelland*), 7, 796. — Construction des tubes de Crookes destinés à la photographie par les R. Röntgen (*E. Colardeau*), 7, 841. — Expériences sur les R. cathodiques (*A. A. C. Swinton*), 8, 686. — Sur la longueur d'onde et la diffraction des R. X (*P. G. Tiddens*), 8, 727 ; (*C. H. Wind*), 8, 728, 803. — Production de R. X de pénétrations différentes (*A. A. C. Swinton*), 8, 760. — R. cathodiques et R. de Lenard (*J. A. Mac Clelland*), 8, 800. — R. cathodiques et R. de Röntgen (*J. Perrin*), 8, 962. — Transformation des R. X par les métaux (*G. Sagnac*), 9, 164 ; 10, 254, 410. — Luminescence et R. X (*G. Sagnac*), 9, 314. — Les R. cathodiques (*P. Villard*), 9, 348. — Transformation des R. X par diffusion (*G. Sagnac*), 9, 388. — Emploi des courants induits d'ordre supérieur pour exciter les tubes producteurs de R. X (*A. Rémond*), 9, 877. — La diffraction des R. Röntgen (*H. Haga* et *C. H. Wind*), 10, 456 ; 13, 1047. — Les R. de Becquerel et les corps nouveaux, 10, 890. — Propriétés nouv. des R. de Becquerel, 11, 3, 110, 225, 622. — L'énergie des R. de Röntgen et de Becquerel et l'énergie requise pour la production des ions dans les gaz (*E. Rutherford* et *R. K. Mc Klung*), 11, 1248. — Les transformations des R. X par la matière (*G. Sagnac* et *P. Curie*), 12, 53. — Durée d'émission des R. Röntgen (*B. Brunhes*), 12, 344. — Electrisation négative des R. secondaires dérivés des R. X (*P. Curie* et *G. Sagnac*), 12, 498. — L'absorption des R. X par la matière (*L. Benoist*), 12, 725. — La longueur d'onde des R. N (*G. Sagnac*), 14, 735, — Les R. continuateurs (*P. Villard*), 15, 1152. — L'enroulement des R. cathodiques dans un champ magnétique (*P. Villard*), 16, 236. — Les R. magnéto cathodiques (*P. Villard*), 16, 405 ; 17, 673. — Les R. N, 17, 59, 299. — R. secondaires cathodiques des R. α (*M. Moulin*), 18, 646. — Nouv. méthode d'isolement des R. calorifiques à grande longueur d'onde (*H. Rubens*), 22, 93. — Rôle spécifique de la nature de la cathode dans la formation des R. cathodiques (*L. Dunoyer*), 22, 346. — Sur les R. X secondaires (*A. Boutaric*), 23, 3. — Une nouv. classe de R. cathodiques (*L. Houllevigue*), 24, 1. — Les R. β des éléments radio-actifs de la famille du radium (*J. Danysz*), 24, 208. — Analyse spectrale des R. secondaires des R. de Röntgen (*M. de Broglie*), 25, 696. — Dispersion des R. ultra-violets par les corps organiques (*V. Henri*), 25, 725.

RAYONNEMENT. — Les lois du R. et la théorie des manchons à incandescence (*Ch. Ed. Guillaume*), 12, 358, 422.

La théorie du R. et la seconde loi de la Thermodynamique (*H. A. Lorentz*), 12, 107. — Les lois de Boltzmann et de Wien relatives au R. (*H. A. Lorentz*), 12, 295. — R. calorifique et lumineux de quelques oxydes (*Ch. Féry*), 14, 398. — La loi du R. des lampes à incandescence (*Ch. Féry* et *C. Chéneveau*), 21, 130. — Nouv. hypothèse de R. (*M. Planck*), 22, 220. — Le R. des gaz incandescents (*Ed. Bauer*), 22, 347. — Sur la constante de la loi du R. (*Ch. Féry* et *M. Drecq*), 22, 386 ; 24, 409. — Le R. lumineux et calorifique des sources d'éclairage artificielles (*V. Vœge*), 22, 554. — R. matériel (*L. Dunoyer*), 22, 661. — Sur le R. du manchon Auer et des corps amorphes en général (*A. Foix*), 23, 28. — Les constantes du R. intégral (*Ed. Bauer*), 24, 408.

RÉFLEXION. — R. et réfraction dans les milieux isotropes (*H. Bouasse*), 4, 260. — La R. cristalline interne (*B. Brunhes*), 4, 365 ; 5, 20 ; 6, 762. — R. et réfraction de la lumière (*Schott*), 5, 135. — La R. sélective dans ses rapports avec la constitution chimique (*L. Morse*), 19, 130. — La R. de la lumière sur certaines surfaces métalliques (*L. P. Wheeler*), 23, 4. — R. sélective produite par les solutions dans l'infra-rouge (*A. K. Angström*), 25, 543.

RÉFRACTION. — Influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double R. (*E. Carvallo*), 1, 275. — Variation sous l'influence de la chaleur des indices de R. de quelques espèces minérales (*A. Offret*), 2, 552. — Rech. sur les pouvoirs réfringents moléculaires d'un certain nombre de sels (*E. Doumer*), 4, 228. — Réflexion et R. dans les milieux isotropes (*H. Bouasse*), 4, 260. — Réflexion et R. de la lumière (*Schott*), 5, 135. — Relation entre la réfraction des éléments et leur équivalent chimique (*J. H. Gladstone*), 7, 794. — Sur la réfractivité de l'air, de l'O, de l'Az, de l'Ar, de l'H et de l'He (*Ramsay* et *Travers*), 9, 41. — Influence de la température sur l'indice de R. des gaz (*G. Walker*), 14, 921. — Les indices de R. des éléments (*C. Cuthbertson*), 16, 41. — Rech. spectrohéliographiques de phénomènes causés par la R. anormale (*W. H. Julius*), 19, 968.

RÉFRACTOMÈTRE. — Nouv. R. (*P. Culmann*), 12, 345.

RELATIVITÉ. — Le Principe de R. et la Mécanique (*E. M. Lémeray*), 23, 183. — Considérations élémentaires sur le principe de R. (*H. A. Lorentz*), 25, 179.

Le principe de R. (*M. Laue*), 23, 444. — Propos sceptiques au sujet du principe de R. (*M. Brillouin*), 24, 214. — Le principe de R. (*M. Abraham*), 25, 286. — Sur le problème de la relativité (*Einstein*), 25, 622.

RÉSEAU. — Les anomalies des R. (*A. Cornu*), 4, 403. — R. obtenus par la photographie de franges d'interférence (*A. Cotton*), 12, 774 ; 13, 496.

RÉSISTANCE. — R. électrique du Bi électrolytique dans un champ magnétique à basse température (*Dewar* et *Fleming*), 8, 636. — R. au contact de deux métaux (*Blanc*), 16, 486.

RÉSONANCE. — Sur la R. de la vapeur de sodium (*L. Dunoyer*), 24, 950 ; (*L. Dunoyer* et *R. W. Wood*), 25, 576 ; 695.

SIGNE. — Classification de certains phénomènes affectés d'un S., à propos des phénomènes du dichroïsme magnétique (*G. Meslin*), 18, 452.

SON. — Les nouv. méthodes pour l'étude optique des S. (*Ch. Ed. Guillaume*), 4, 799. — L'inscription des phénomènes phonétiques (*J. Marey*), 9, 445, 482.

Propagation du S. dans les tuyaux cylindriques (*Violle* et *Vautier*), 6, 1064. — Expériences sur les ondes sonores (*Lord Rayleigh*), 8, 445. — Sur la dispersion des ondes acoustiques en milieu homogène (*N. Kasterin*), 9, 307. — La vitesse du S. dans l'air comprimé (*A. W. Witkowski*), 10, 333. — La réflexion et la réfraction du S. (*R. W. Wood*), 12, 349. — Photographie des ondes sonores (*A. L. Foley* et *W. H. Souder*), 24, 750.

SPECTRE. — L'énergie dans le S. (*Ch. Ed. Guillaume*), 3, 12. — La partie nouvelle de l'ultraviolet des S. d'émission (*A. Vianna de Lima*), 5, 324. — Les S. de l'argon (*W. Crookes*), 6, 99 ; (*F. Newall*), 6, 249. — Les variations de période des raies spectrales (*A. Broca*), 8, 935. — L'échelle du S. (*Ch. Ed. Guillaume*), 10, 5. — Rech. sur le S. infra-rouge (*H. Rubens*), 11, 7. — Le S. du radium (*E. Demarçay*), 11, 1044. — La structure des S. (*Ch. Fabry*), 14, 237. — Les S. de lignes et la constitution des atomes (*W. Ritz*), 20, 171. — S. multiples et variations spectrales (*P. Salet*), 21, 612.

Les S. infra-rouges de CO^2 et de CO (*K. Angström*), 1, 783. — Le S. du thallium et ses rapports avec les S. homologues du gallium et de l'indium (*H. Wilde*), 4, 301. — S. des flammes à haute température (*W. N. Hartley*), 4, 405 ; 5, 663. — Variations du S. d'électrodes du carbone et influence d'une substance sur le S. d'une autre substance (*W. Hartley*), 5, 433. — Rech. sur les lignes H et K du S. du calcium (*W.* et *Mme Huggins*), 8, 887. — Le S. du silicium (*N. Lockyer*), 11, 160. — S. d'absorption de quelques matières colorantes artificielles (*P. Lemoult*), 12, 198. — Rech. sur les S. d'étincelles (*G. Hemsalech*), 12, 886. — Nouv. relation entre les raies du S. (*W. Sutherland*), 12, 894. — Les longueurs d'onde des raies S. (*Ch. Ed. Guillaume*), 13, 405. — Etude comparative du S., des densités et des points de fusion de quelques éléments et de leur rapport avec la masse atomique (*H. Ramage*), 13, 947. — Nouv. série de lignes dans le S. du magnésium (*A. Fowler*), 14, 964. — Bandes de dispersion dans les S. d'absorption (*W. H. Julius*), 15, 755, 1155. — Relations entre les S. des taches solaires et des étoiles (*N. Lockyer*), 15, 836. — Sur les S. de flammes (*C. de Watteville*), 15, 836 ; 16, 1110 ; (*Hemsalech* et *de Watteville*), 19, 208. — Le S. d'émission de l'arc électrique à haute tension (*J. de Kowalski*), 16, 442. — Les S. des métaux alcalins (*P. Lenard*), 16, 666. — La décomposition magnétique des raies du S. et l'intensité des champs (*P. Zeeman*), 17, 483 ; 18, 1032 ; 19, 128, 212. — Distribution arbitraire de la lumière dans les bandes de dispersion (*W. H. Julius*), 18, 47. — Mesure du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc (*P. Weiss* et *A. Cotton*), 18, 425. — Sur les S. de l'hydrogène (*A. Dufour*), 18, 465. — Effet de la pression sur le S. de l'arc (*W. G. Duffield*), 18, 1904 ; 20, 98, 431 ; 21, 799. — Interprétation théorique des raies du S. (*J. Hadamard*), 19, 39 ; (*W. Ritz*), 19, 169. — Le mécanisme du S. d'absorption des solutions (*R. A. Houston*), 20, 828. — Les S. de dissociation (*A. de Gramont*), 21, 570. — La décomposition magnétique des raies d'absorption en relation avec le S. des taches solaires (*P. Zeeman* et *B. Winawer*), 21, 315, 628, 915. — Le S. de résonance de l'iode (*R. W. Wood*), 22, 178. — Rech. sur les raies ultimes (*A. de Gramont*), 22, 662. — Les lignes de série dans les S. d'étincelles (*A. Fowler*), 25, 618. — Études nouv. sur la constitution des S. de lignes (*F. Croze*), 25, 702. — Les S. d'étincelle et le S. d'absorption de l'oxygène dans l'ultra-violet extrême (*L.* et *Eug. Bloch*), 25, 760.

SPECTROSCOPE. — Nouv. S. à échelons (*A. Michelson*), 10, 410. — Le repérage des raies en Spectroscopie (*A. de Gramont*), 10, 493. — Traité de Spectroscopie (*H. Kayser*), 11, 1345 ; 13, 156 ; 16, 871 ; 19, 715 ; 21, 872 ; 24, 441. — Spectroscope à vision directe Blakesley à une seule espèce de verre, 16, 298. — Un S. binoculaire à réseau (*A. de Gramont*), 17, 486.

STÉRÉOCYCLE. — Le S. de MM. Bazin et Leroy (*A. Londe*), 9, 479.

STÉRÉOSCOPE. — Les effets de relief stéréoscopique (*E. Colardeau*), 13, 360.

SYMÉTRIE. — La S. dans les phénomènes physiques (*P. Curie*), 5, 93.

TÉLÉGRAPHIE. — Les systèmes de T. harmonique (*A. Bazille*), 2, 321. — La T. au Congo belge (*E. Guarini*), 14, 1258.

La téléphonie et la T. optiques au moyen des projecteurs électriques (*E. Ruhmer*), 15, 5. — La Station centrale télétypique de Berlin, 15, 167. — Vitesse de fonctionnement des appareils télégraphiques rapides (*Devaux-Charbonnel*), 18, 381.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — Le problème de la transmission de l'énergie à distance par les milieux naturels, à propos des récents essais de T. s. f. (*L. Poincaré*), 9, 53. — Les organes de la T. s. f. (*A. Broca*), 10, 507. — Une nouv. théorie de la T. s. f. (*R. Blochmann*), 12, 131. — La T. s. f. (*R. Blochmann*), 14, 808. — L'état actuel de la T. s. f. (*C. Tissot*), 14, 973. — Les progrès récents de la T. et de la téléphonie s. f. (*H. Marchand*), 20, 732 ; 21, 652. — Les applications récentes de la T. s. f. aux bateaux de pêche (*J. Mascart*), 22, 671. — L'inscription des signaux horaires de la Tour Eiffel au 1/100e de seconde près (*A. Turpain*), 24, 338.

La transmission des signaux à travers l'espace par les radiations électriques, 8, 567. — La T. s. f. entre la France et l'Angleterre (*L. Olivier*), 10, 460. — Les nouv. récepteurs magnétiques Marconi pour la T. s. f. (*C. Tissot*), 14, 288. — Un ondomètre pour T. s. f. (*A. Gradenwitz*), 15, 1011. — Ordre de grandeur des f. é. m. mises en jeu dans les antennes réceptrices (*C. Tissot*), 17, 157. — Etude de la résonance des systèmes d'antennes (*C. Tissot*), 17, 570. — Nouv. méthode de T. s. f. (*V. Poulsen*), 17, 919. — Une station géante de T. s. f. (*A. Gradenwitz*), 18, 3. — La réalisation de la syntonie par l'emploi des détecteurs bolométriques (*C. Tissot*), 18, 172. — Les interférences en T. s. f. (*H. Marchand*), 22, 858. — Inscription des signaux de T. s. f. à l'aide d'un muscle de grenouille (*Dr Lefeuvre*), 23, 535.

TÉLÉMÉCANIQUE. — Dispositif pour la direction à distance des vaisseaux et des ballons (*Torres Quevedo*), 17, 351.

TÉLÉPHONIE. — Une révolution en T. : le télégraphone de Poulsen (*L. Olivier*), 11, 770 ; 16, 446. — Le problème t. actuel en France (*A. Turpain*), 19, 978. — Les progrès récents de la télégraphie et de la T. s. f. (*H. Marchand*), 20, 732. — Les autocommutateurs téléphoniques (*H. Marchand*), 22, 113.

La radiotéléphonie, système de T. sans fil (*A. Popoff*), 11, 1017. — Action de la bobine d'induction dans les appareils téléphoniques (*J. W. Giltay*), 12, 1151 ; 13, 112. — La T. et la télégraphie optiques au moyen des projecteurs électriques (*E. Ruhmer*), 15, 5. — Expériences de T. sans fil (*A. Gradenwitz*), 18, 131. — Nouv. système de T. sans fil (*Q. Majorana*), 18, 774. — Le relais téléphonique (*H. Marchand*), 21, 919. — Nouv. procédés de T. multiple, 22, 436. — Le condensateur chantant employé comme récepteur téléphonique (*H. Marchand*), 24, 681.

TÉLÉPHOTOGRAPHIE. — La T. (*Vautier-Dufour*), 14, 476.

TÉLÉVISION. — La première solution réelle du problème de la T. (*A. Gradenwitz*), 20, 727.

TEMPÉRATURE. — Les recherches sur les basses T. à l'Institution Royale de Londres (*A. M. Clerke*), 13, 130. — L'obtention et la mesure des très basses T. (*M. W. Travers*), 14, 597. — Exp. aux basses T. (*M. Lamotte*), 20, 808. — Thermométrie et calorimétrie aux T. très basses (*M. Lamotte*), 20, 873. — Voir FROID et LIQUÉFACTION.

Méthode pour la mesure des T. (*D. Berthelot*), 6, 606. — Rech. sur les T. atteintes pendant les explosions (*W. Macnab* et *R. Ristori*), 11, 1080. — Le nadir de la T. et les problèmes qui s'y rattachent (*J. Dewar*), 12, 938. — Réalisation et mesure de T. supérieures à 2000° (*Lummer* et *Pringsheim*), 14, 474.

TENSION. — Sur la tension des surfaces liquides récemment formées (*Lord Rayleigh*), 1, 155. — Sur les T. superficielles (*E. Fontaine*), 7, 436. — T. superficielle de l'eau et des solutions salines (*H. Sentis*), 8, 719. — Nouv. méthode pour mesurer la T. superficielle des solutions salines diluées (*A. Gradenwitz*), 14, 3 ; (*A. Heydweiller*), 19, 515.

THÉORIE CINÉTIQUE. — Sur la T. c. des gaz (*H. Poincaré*), 5, 513. — Les hypothèses cinétiques et la loi de l'évolution (*J. de Boissoudy*), 15, 815.

THERMO-ÉLECTRICITÉ. — Effet de l'étirement sur les propriétés t.-é. des métaux (*M. Maclean*), 10, 606. — T.-é. du fer et des aciers (*Belloc*), 16, 285. — Etude de quelques couples t.-é. (*H. Pécheux*), 20, 715. — Sur le sens des courants t.-é. *Ed. van Aubel*), 20, 977.

THERMOMÈTRE. — Le retard des thermomètres (*Ch. Ed. Guillaume*), 2, 59.

Comparaison des T. à fil de platine et des T. à gaz (*J. A. Harker* et *P. Chappuis*), 10, 645 ; 15, 469. — La Thermométrie à gaz (*P. Chappuis*), 11, 950 ; 12, 1091.

THERMOMÉTRIE. — Les idées modernes sur la T. (*Ch. Ed. Guillaume*, 2, 74.

TORSION. — Sur la T. des fils fins (*H. Bouasse*), 8, 921.

TOURBILLON. — Les T. cellulaires dans une nappe liquide (*H. Bénard*), 11, 1261, 1309.

TRACTION. — La T. tangentielle système Dulait, 15, 336. — Les expériences de T. électrique rapide sur la ligne Marienfelde-Zossen (*A. Gradenwitz*), 15, 345.

LIBRARY

Transformateur. — La loi de variation de la f. é. m. d'un T. en influence-t-elle le rendement? (*A. Gay*), **7**, 783. — T. à haut voltage et à survolteur cathodique (*P. Villard*), **11**, 1352.

Tubes a vide. — Sur quelques phénomènes observés dans les t. à v. (*Sir D. Salomons*), **6**, 46. — T. de Crookes régénérable par osmose (*P. Villard*), **9**, 515. — Rendement en rayons X du T. de Crookes suivant les conditions de son excitation (*S. Turchini*), **11**, 53. — L'occlusion de gaz résiduels par les parois de verre des T. à v. (*Swinton*), **18**, 474.

Ultra-microscope. — Les objets ultramicroscopiques (*A. Cotton* et *H. Mouton*), **14**, 1184.

Méthode pour rendre visibles les particules ultra-microscopiques (*H. Siedentopf* et *R. Zsigmondy*), **14**, 231, 794; (*A. Cotton* et *H. Mouton*), **14**, 885. — Nouv. progrès en ultra-microscopie (*H. Siedentopf*), **21**, 314.

Unité. — La fixation des U. par voie législative (*R. de Baillehache*), **24**, 17.

Nouv. détermination du rapport entre les U. électromagnétiques et électrostatiques (*H. Abraham*), **3**, 651; (*D. Hurmuzescu*), **7**, 792, 923.

Vapeur. — Sur les propriétés thermodynamiques de la V. surchauffée (*J. H. Grindley*), **11**, 813.

Ventilation. — Les courants d'air et les lois de la V. (*W. N. Shaw*), **19**, 507.

Vibrations. — Sur la production des V. électromagnétiques par des machines électromagnétiques et électrostatiques (*Fitzgerald*), **3**, 104. — Sur les V. de systèmes portant des charges électriques et placés dans un champ magnétique, **10**, 207. — La propagation de la phase des V. au voisinage d'un foyer (*G. Sagnac*), **14**, 633; **15**, 753. — Entretien des systèmes vibrants (*A. Guillet*), **16**, 185. — Les V. propres moléculaires et les chaleurs spécifiques des solides (*M. Brillouin*), **23**, 411.

Viscosité. — La V. et la rigidité des liquides (*L. Poincaré*), **1**, 76. — La V. dans ses rapports avec la constitution chimique (*A. Kling*), **17**, 271. — Sur quelques conséquences physico-chimiques des mesures de V. (*A. Boutaric*), **25**, 425.

La V. superficielle de l'eau (*Lord Kelvin*), **1**, 387. — Relations entre la V. des liquides et leur nature chimique (*Thorpe* et *Rodger*), **5**, 261; **7**, 666. — Influence de la température sur la viscosité des gaz (*Lord Rayleigh*), **11**, 1155. — Le coefficient de traction visqueuse et son rapport avec le coefficient de V. (*F. T. Trouton*), **17**, 530.

Voltamètre. — Le V. à argent (*F. E. Smith*), **19**, 171; **24**, 216.

Voyelle. — Etude des V. par la méthode des flammes manométriques (*Marage*), **9**, 164.

X. — Chimie.

Acétylène. — Une révolution dans l'éclairage au gaz : utilisation du carbure de calcium pour la production de l'A. (*Ed. Urbain*), **6**, 446. — Etat actuel de la production industrielle et de l'utilisation pratique de l'A. (*F. Dommer*), **8**, 367. — Etat actuel de l'industrie du carbure de calcium et de l'A. (*O. Munsterberg*), **13**, 528.

Le pouvoir explosif de l'A. (*M. Guichard*), **7**, 847. — Etat actuel de l'éclairage par l'A. dissous (*Ed. Fouché*), **12**, 1088. — Les récents travaux sur les composés acétyléniques (*Ch. Moureu*), **15**, 722.

Acide. — Nouvelle théorie de la fabrication de l'A. sulfurique (*A. Etard*), **1**, 41. — Sur la fabrication de l'A. sulfurique (*E. Sorel*), **4**, 350. — Etat actuel de l'industrie de l'A. sulfurique en France (*E. Sorel*), **6**, 839. — La fabrication de l'A. sulfurique au moyen des procédés par contact (*A. Haller*), **12**, 159. — Les pseudo-A. (*P. Th. Muller*), **16**, 417.

Etude thermique des A. organiques (*G. Massol*), **4**, 394. — Etude de l'A. acrylique et de ses dérivés (*Ch. Moureu*), **5**, 21. — Etat de l'A. acétique dans ses solutions (*H. M. Dawson*), **13**, 755. — Les A. persulfuriques (*H. E. Armstrong* et *T. M. Lowry*), **13**, 948. — Les produits d'hydrolyse des A. nucléiques, **14**, 844.

Acier. — Les procédés nouv. pour le raffinage de l'A. (*U. Le Verrier*), **2**, 593. — Etat actuel des théories de la trempe de l'A. (*H. Le Chatelier*), **8**, 11. — Etat actuel de l'industrie du fer et de l'A. bruts en France (*E. de Billy*), **9**, 178, 229, 287. — L'équilibre chimique dans les solides et les A. au nickel (*Ch. Ed. Guillaume*), **9**, 282. — La théorie des A. au nickel (*Ch. Ed. Guillaume*), **14**, 705, 764. — A propos de la théorie des A. au nickel (*L. Dumas*), **14**, 810; (*F. Osmond*), **14**, 863.

La trempe de l'A. (*G. Charpy*), **6**, 437. — Rech. sur les A. au nickel (*G. Charpy*), **8**, 487. — Progrès important dans la fabrication de l'A. Martin (*B. Talbot*), **11**, 818. — Rech. expérimentales sur l'acier étiré (*J. R. Ashworth*), **13**, 749. — Micrographie des A. au nickel (*L. Guillet*), **14**, 581. — Rech. sur l'A. au carbone (*C. Benedicks*), **16**, 33. — L'analyse des A. à l'aide des étincelles (*A. Gradenwitz*), **20**, 654.

Adhésion. — La pression d'A. (*J. Traube*), **20**, 51.

Air. — Les gaz de l'A. (*W. Ramsay*), **13**, 804. — L'A. des villes (*H. Henriet*), **18**, 183. — Les causes et le mécanisme de l'altération de l'A. confiné (*H. Henriet*), **18**, 498. — L'origine de l'ozone et les causes de variations de CO^2 dans l'A. (*H. Henriet* et *M. Bouyssy*), **19**, 701.

Les gaz combustibles de l'A. (*A. Gautier*), **11**, 998. — Les nouv. gaz de l'A. (*Ch. Ed. Guillaume*), **13**, 278. — Régénération de l'A. confiné (*A. Desgrez* et *V. Balthazard*), **13**, 749. — Détermination des quantités de néon et d'hélium dans l'A. (*W. Ramsay*), **16**, 585.

Albumine. — La constitution des A. et les récents travaux de l'Ecole allemande : les bases hexoniques (*L. Hugounenq*), **10**, 89. — L'oxydation de l'A. (*E. Benech*), **11**, 788. — La structure de la molécule de l'A. (*F. Hofmeister*), **14**, 501.

Albuminoïde. — La cristallisation des matières a. et les cristalloïdes protéiques de la micrographie (*L. Maillard*), **9**, 608. — Les protamines et les corps a. (*A. Kossel*), **10**, 380. — L'état actuel de la chimie des corps a. (*A. Kossel*), **13**, 455. — L'hydrolyse fluorhydrique et la constitution des matières a. (*L. Hugounenq* et *A. Morel*), **20**, 839.

Rech. sur quelques substances a. (*M. Arthus*), **5**, 298. — Rech. sur la constitution des matières a. extraites de l'organisme végétal, **7**, 41.

Alcaloïde. — La synthèse des A. naturels (*L. Bouveault*), **2**, 787.

Alcool. — Consommation et production des A. d'industrie en France (*L. Lindet*), **10**, 818. — L'éclairage et le chauffage par l'A. (*L. Lindet*), **13**, 284.

Action du chlore sur les A. de la série grasse (*A. Brochet*, **7**, 1264. — Exposition internat. des moteurs et appareils utilisant l'A. dénaturé (*X. Rocques*), **13**, 546.

Aldéhyde. — Sur l'A. crotonique (*E. Charon*), **9**, 585. — Mode de formation et de préparation des A. saturées de la série grasse (*L. Bouveault*), **16**, 370.

Alliage. — Les A. métalliques (*H. Le Chatelier*), **6**, 529. — Etude des A. de l'aluminium (*H. Pécheux*), **18**, 109. — Rech. sur les A. faites à l'Institut de Chimie minérale de Göttingen (*G. Tammann*), **20**, 407. — Les A. industriels du chrome (*J. Escard*), **20**, 662.

Sur la constitution des A. de Cu et Sn (*C. T. Heycock* et *F. H. Neville*), **13**, 273; **14**, 1065. — Sur certaines propriétés des A. d'or et d'argent (*W. Roberts-Austen* et *T. K. Rose*), **14**, 226.

Allotropie. — Nouv. théorie du phénomène de l'A. (*A. Smits*), **25**, 191.

Aluminium. — L'électrométallurgie de l'A. (*A. Minet*), **2**, 812.

La production mondiale de l'A. (*C. Matignon*), **24**, 752.

Aluminothermie. — L'A. (*C. Matignon*), **14**, 1075.

Le nouveau procédé Goldschmidt ou A., **11**, 1032.

Amidon. — Les récents travaux sur l'A. et les diastases (*P. Petit*), **1**, 733. — L'A. et sa saccharification diastasique (*L. Maquenne*), **17**, 860. — Exp. sur la nature de l'A. et ses réactions selon les conditions de milieu (*J. Wolff*), **18**, 459.

Rech. sur l'état colloïdal de l'A. et sur sa constitution physico-chimique (*E. Fouard*), **23**, 327.

Amine. — Action des A. aromatiques sur quelques composés cétoniques dissymétriques (*L. Simon*), **7**, 370. — A. et amides dérivés des aldéhydes (*M. Delépine*), **9**, 722.

Ammoniaque. — Etat actuel de la fabrication de l'A. (*P. Truchot*), 8, 141. — Etat actuel de l'industrie de l'A. caustique, de l'A. liquéfiée et des sels ammoniacaux (*P. Truchot*), 8, 743.

La décomposition de l'A. par la chaleur (*E. P. Perman* et *G. A. S. Atkinson*), 15, 918. — La synthèse directe de l'A. (*E. P. Perman*), 16, 625. — Constantes physiques de l'A. (*E. P. Perman* et *J. H. Davies*), 17, 722. — La synthèse industrielle de l'A. (*A. Gradenwitz*), 21, 539.

Analyse. — L'A. quantitative et la spectroscopie (*E. Demarçay*), 4, 725. — Les principes de l'A. électrolytique (*A. Hollard*), 12, 94. — Les A. agricoles par volumétrie gazeuse (*A. de Saporta*), 15, 351. — L'A. chimique par les rayons positifs (*J. J. Thomson*), 22, 714. — Sur quelques applications de l'A. thermique (*G. Baume*), 25, 252.

Machine à faire automatiquement des A. pour le dosage de CO^2 dans les gaz industriels (*H. Rousset*), 19, 727.

Anesthésique. — Les A. locaux (*E. Fourneau*), 15, 850.

Anhydride. — Quelques propriétés curieuses de l'A. sulfurique (*R. Schenck*), 12, 1096.

Anthracène. — Les dérivés γ-arylés de l'A. et de son dihydrure (*A. Guyot*), 16, 892.

Etude des hydrures d'A. et de leurs dérivés (*M. Godchot*), 18, 681.

Argon. — L'A., nouvel élément de l'atmosphère (*J. W. Rayleigh* et *W. Ramsay*), 6, 90. — Les spectres de l'A. (*W. Crookes*), 6, 99. — Liquéfaction et solidification de l'A. (*K. Olszewski*), 6, 101. — Discussion sur l'A. à la Société Royale de Londres, 6, 103. — Les nouv. rech. de Ramsay sur l'A. et l'hélium (*G. Charpy*), 6, 297. — L'A. et ses compagnons (*W. Ramsay* et *M. Travers*), 11, 1259.

L'A. et le système des éléments (*L. Olivier*), 6 199. — Note sur le spectre de l'A. (*F. Newall*), 6, 249. — La technique de la séparation de l'A. et l'analyse de l'air (*G. Charpy*), 6, 1017. — Action des décharges électriques sur l'A. et l'hélium (*J. N. Collie* et *W. Ramsay*), 7, 761. — Préparations et propriétés de l'A. pur (*W. Ramsay* et *M. Travers*), 10, 607.

Asphalte. — La production artificielle des A. (*W. C. Day*), 10, 651.

Asymétrie. — A. et fermentation (*L. Maquenne*), 6, 53.

Rech. sur les composés asymétriques optiquement actifs de l'Az. du S et de Sn (*W. J. Pope* et *S. J. Peachey*), 11, 415, 767, 1207.

Atomisme. — La déroute de l'A. contemporain (*W. Ostwald*), 6, 953. — Quelques mots de réponse à la déroute de l'A. contemporain » (*A. Cornu*), 6, 1030. — Pour la matière (*M. Brillouin*), 6, 1032. — Lettre sur l'Energétique (réponse de *W. Ostwald*), 6, 1069. — Le livre de M. Hannequin sur l'A. (*L. Autonne*), 7, 593.

Azoïques. — Etat actuel de nos connaissances sur les composés di-a. aromatiques (*G. T. Morgan*), 14, 748.

Azote. — Les anomalies dans la liquéfaction de l'A. (*J. Dewar*), 6, 107. — Nouv. rech. sur le poids atomique de l'A. (*Ph. A. Guye*), 16, 755. — La fixation de l'A. et l'Electrochimie (*Ph. A. Guye*), 17, 28. — La fixation de l'A. atmosphérique (*A. Brochet*), 22, 863, 908.

Le dosage de l'A. dans les terres et les engrais ; simplification de la méthode de Kjehldahl (*A. Larbalétrier*), 8, 175. — Transformation de l'A. et de l'oxygène atmosphérique en acide nitrique (*W. Crookes*), 13, 850. — L'électrochimie et les composés oxygénés et hydrogénés de l'A. (*C. Marie*), 16, 590. — Dispositifs industriels pour la fixation de l'A. (*A. Gradenwitz*), 18, 220. — Synthèse de l'anhydride nitreux (*O. Scarpa*), 18, 908. — Modification chimiquement active de l'A. produite par la décharge électrique (*R. J. Strutt*), 22, 391, 555; 23, 34, 167. — La fabrication des composés azotés au moyen des gaz de fours à coke, 23, 917.

Bakelite. — La B. (*M. Desmarets*), 24, 646.

Baryum. — Le raffinage en sucrerie et la fabrication du bioxyde de B. (*F. Dommer*), 8, 694.

Beurre. — Les causes de la rancidité du B. (*C. Amthor*), 10, 467.

Bière. — L'azote assimilable des moûts et des B. (*P. Petit*), 20, 799.

Bismuth. — Nouv. rech. sur la métallurgie du B. (*Ed. Matthey*), 4, 90. — La décomposition hydrolytique des sels halogénés de B. (*R. Dubrisay*), 22, 39.

Brasserie. — Etat actuel de l'industrie de la B. en France (*P. Petit*), 10, 8.

Brome. — La densité de vapeur du B. aux hautes températures (*E. P. Perman* et *G. Atkinson*) 11, 161.

Camphre. — Les formules de constitution des phénols et des C. (*A. Etard*), 5, 70. — Les relations entre le C. et les terpènes (*G. Blanc*), 11, 175. — Les causes de la complexité de la question du C. (*G. Blanc*), 14, 562. — Le C. synthétique; son avenir industriel (*G. Blanc*), 21, 721.

Etude de quelques dérivés du C. cyané et de l'éther camphocarbonique (*J. Minguin*), 4, 576. — Etude de l'acide campholique (*M. Guerbet*), 5, 765. — Rech. synthétiques sur les produits d'oxydation des dérivés du C. (*E. E. Blaise*), 11, 650. — Synthèse totale de l'acide camphorique (*G. Blanc*), 15, 55.

Caoutchouc. — L'état actuel des industries du C. (*A. Chaplet* et *H. Rousset*), 22, 449.

L'épuration des C. résineux (*H. Rousset*), 19, 800; (*A. Henriot*), 19, 927. — Les nouv. succédanés des C. et les C. de synthèse (*H. Rousset*), 21, 761.

Carbonyle. — Les C. métalliques (*L. Mond*), 3, 533.

Propriétés du fer-c. (*J. Dewar* et *H. O. Jones*), 17, 103. — Sur un nouv. fer-c. et l'action de la lumière et de la chaleur sur les fer-c. (*J. Dewar* et *H. O. Jones*), 18, 337.

Carborundum. — Le C. (*A. Haller*), 4, 589.

Carbure. — Sur la préparation industrielle du C. de calcium (*H. Moissan*), 6, 514. — Les C. métalliques (*H. Moissan*), 12, 946. — Etat actuel de l'industrie du C. de calcium et de l'acétylène (*O. Munsterberg*), 13, 528.

Catalyse. — La C. et ses applications industrielles (*J. T. Conroy*), 13, 563. — La C. par les métaux communs (*P. Sabatier*), 16, 842. — La technique de la C. par les métaux réduits et les oxydes métalliques (*A. Mailhe*), 24, 650.

Cellulose. — La théorie de la nitration de la C. (*A. Sapojenikoff*), 21, 117. — La C. et l'état actuel de l'industrie de la soie artificielle (*H. de la Coux*), 21, 203.

Curieuse propriété des solutions cellulosiques (*H. Rousset*), 20, 831.

Cémentation. — La C. des lingots destinés aux plaques de blindage (*A. Gay*), 6, 856.

Cendres pyriteuses. — Etat actuel de l'industrie des C. p. (*L. Geschwind*), 10, 689.

Céramique. — Le rôle de la science et des laboratoires industriels dans les usines céramiques (*E. Damour*), 8, 362. — La dilatation des pâtes céramiques (*Coupeau*), 9, 922.

Cétones. — Sur les β-di-C. (*F. March*), 14, 365.

Chaux. — Etat actuel de l'industrie des C. hydrauliques et des ciments en France (*E. Candlot*), 6, 299.

Chimie. — Les problèmes de la C. moderne (*A. Gautier*), 1, 225. — La C. dans l'alimentation artificielle de la petite enfance (*F. Soxhlet*), 5, 713. — Comparaison des actions chimiques de la lumière et de la chaleur (*G. Charpy*), 6, 582. — Les méthodes et les théories électriques en C. (*W. Nernst*), 13, 200. — Les progrès les plus importants des disciplines chimiques dans les quarante dernières années (*W. Nernst*), 19, 180; (*H. Landolt*), 19, 185; (*C. Graebe*), 19, 236; (*O. N. Witt*), 19, 239. — L'œuvre de la C. contre l'œuvre de la Nature (*A. Béhal*), 20, 912. — Les effets chimiques des rayons ultra-violets (*D. Berthelot*), 22, 322.

Chimie appliquée. — Revue annuelle de C. a. (*M. Boucheron*), 1, 112; (*P. A. Guye*), 1, 115; 2, 47; 3, 123; 4, 110; 5, 122; (*G. Lunge*), 2, 40; 3, 120; 4, 107; 5, 120; (*P. Lemoult*), 22, 571.

Le Congrès international de C. a. (Paris, 1896), 7, 553. — Les travaux du récent Congrès de C. a. (Paris, 1896), 7, 903. — Les travaux du IVe Congrès international de C. a. (Paris, 1900) (*F. Dupont*), 11, 935. — Le Ve Congrès de C. a. (Berlin, 1903) (*C. Marie*), 14, 700.

Le VIIe Congrès de C. a. (Londres, 1909), 20, 614.

CHIMIE MINÉRALE. — Revue annuelle de C. m. (*A. Mailhe*), **16**, 172 ; **17**, 191 ; **18**, 159 ; **19**, 322 ; **20**, 548 ; **21**, 388 ; **22**, 240 ; **23**, 233 ; **24**, 428.

CHIMIE ORGANIQUE. — Revue annuelle de C. o. (*L. Bouveault*), **15**, 195 ; **17**, 941 ; (*A. Mailhe*), **21**, 860 ; **22**, 689 ; **23**, 781 ; **25**, 67.

CHIMIE PHYSIQUE. — Revue annuelle de C. p. (*P. Dutoit*), **18**, 365 ; (*C. Marie*), **22**, 411 ; **24**, 233.

CHIMIE PURE. — Revue annuelle de C. p. (*A. Etard*), **1**, 464 ; **2**, 476 ; **3**, 512 ; **4**, 463 ; **5**, 534 ; **6**, 781 ; **7**, 775 ; **8**, 593 ; **9**, 856 ; **10**, 705 ; **12**, 134, 1076 ; **14**, 450. — Depuis 1904, cette Revue a été divisée en Revues de C. physique, minérale, organique et physiologique.

CHLOROPHYLLE. — L'état actuel de nos connaissances sur la chimie de la C. (*M. Tsvett*), **23**, 141.

CHLORURES. — Sur les C. d'acides bibasiques (*V. Auger*), **1**, 521.

CHROME. — Les rech. de M. Recoura sur une nouv. classe de composés du C. (*M. Guichard*), **7**, 603.

CIDRE. — L'état actuel de l'industrie du C. en France (*X. Rocques*), **10**, 427, 471. — Les méthodes scientifiques dans l'industrie du C. en France (*G. Warcollier*), **18**, 778.

CIMENT. — Etat actuel de l'industrie des chaux hydrauliques et des C. en France (*E. Candlot*), **6**, 299.

CLASSIFICATION. — Les gaz monoatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la C. (*J. de Boissoudy*), **16**, 728. — C. métallogénique des corps simples (*L. de Launay*), **22**, 633. — Voir ÉLÉMENT.

COLLOÏDE. — Etat actuel de nos connaissances sur les C. (*V. Henri* et *A. Meyer*), **15**, 1015, 1066, 1129. — Le rôle des C. en Biologie (*V. Henri*), **16**, 640. — Les propriétés physiques des C. hydro-oxy-chloroferriques ; essai d'une définition de l'état micellaire (*G. Malfitano*), **19**, 614. — La désinfection et la chimie des C. (*H. Bechhold*), **20**, 784.

Les propriétés des systèmes colloïdaux (*W. M. Bayliss*), **20**, 685 ; **22**, 625, 780. — Etudes sur les solutions c. (*T. Svedberg*), **20**, 888. — La viscosité des C., **24**, 290.

COMBINAISONS. — Les C. organomagnésiennes mixtes et la synthèse organique (*V. Grignard*), **14**, 1040. — C. non saturés et radicaux organiques (*E. Charon*), **15**, 440.

CORINDON. — L'industrie du C. comme matière usante (*A. de Romeu*), **15**, 1109.

CRISTALLERIE. — L'état actuel de la C. en France (*G. Guéroult*), **7**, 79.

CRYOHYDRATES. — La question des C. (*Ponsot*), **6**, 45.

CRYOSCOPIE. — Les expériences de Raoult sur la Tonométrie et la C. (*P. Freundler*), **5**, 409. — Les nouv. enseignements de la C. et de la Tonométrie (*M. Raoult*), **11**, 958.

CUIR. — Les problèmes de l'industrie du C. (*R. Procter*), **21**, 465.

CUIVRE. — Transformations dans la métallurgie du C. : le sélecteur (*P. Jannettaz*), **9**, 203. — La production du C. et son marché en 1907 (*P. Clerget*), **19**, 383. — Les progrès de l'industrie du C., **22**, 350. — L'Emploi des tuyaux en C. pour la conduite des eaux potables, **22**, 392. — La production et la consommation du C. en 1912 (*C. Matignon*), **25**, 4.

CYANAMIDE. — La fabrication industrielle de la C. de calcium (*H. Marchand*), **19**, 982.

CYANURE. — La préparation industrielle synthétique du C. de sodium (*C. Matignon*), **24**, 882.

DÉTONATION. — La vitesse de D. dans les mélanges gazeux (*H. B. Dixon*), **4**, 622.

DÉVELOPPATEURS. — Les D. de la série aromatique (*A.* et *L. Lumière*), **2**, 442.

DIAMANT. — Les expériences de M. Moissan sur la reproduction du D. (*A. Etard*), **4**, 97. — La production artificielle du D. (*A. Gradenwitz*), **20**, 701.

La reproduction du D. (*H. Moissan*), **4**, 362. — Les D. de l'acier (*L. Brunet*), **7**, 798. — Une nouv. formation du D. (*Sir W. Crookes*), **16**, 961.

DISSOCIATION. — La loi des tensions fixes de D. (*H. Le Chatelier*), **21**, 83.

DISSYMÉTRIE. — Etude sur la D. moléculaire (*Ph. A. Guye*), **2**, 618.

DISTILLERIE. — L'emploi des Mucédinées en D. (*E. Boullanger*), **12**, 689.

EAU. — Les E. potables et la méthode hydrotimétrique (*A. Lévy*), **3**, 151. — La constitution de l'E. (*J. Duclaux*), **23**, 881.

Sur l'E. de cristallisation (*A. Rosenstiehl*), **22**, 217.

EAU-DE-VIE. — Etat actuel de l'industrie des E. de v. et liqueurs en France (*X. Rocques*), **7**, 283.

ECLAIRAGE. — Les progrès récents de l'E. par les flammes (*H. Bunet*), **9**, 456. — Voir ALCOOL et GAZ.

ELECTROCHIMIE. — L'E. appliquée aux recherches et aux préparations de la Chimie organique (*C. Marie*), **17**, 746.

L'extension de l'E. industrielle (*Ed. Urbain*), **6**, 596. — L'industrie é. en Suisse (*P. Clerget*), **20**, 479.

ELECTROLYSE. — Les théories modernes de l'E. (*A. Hollard*), **9**, 358, 411.

E. de la vapeur d'eau (*J. J. Thomson*), **5**, 27. — Rech. ultra-microscopiques sur le mécanisme de l'E. (*J. Kossogonoff*), **21**, 460.

ELECTROLYTES. — Rech. sur les E. fondus (*L. Poincaré*), **1**, 442.

ELÉMENT. — Le système des E. chimiques (*J. R. Rydberg*), **25**, 734.

ENERGIE. — L'E. libre (*S. Arrhénius*), **22**, 266.

EQUILIBRE. — Les E. chimiques (*H. Le Chatelier* et *G. Mouret*), **2**, 97, 138. — Les faux E. chimiques : surfusion et sursaturation (*L. Bruner*), **7**, 278.

Divers cas d'E. osmotiques (*Ponsot*), **6**, 570.

ETATS CORRESPONDANTS. — Sur les généralisations de Van der Waals relatives aux E. c. (*S. Young*), **2**, 764. — Sur la loi des E. c. et l'équation caractéristique des fluides (*C. Raveau*), **7**, 1223. — Observations sur la loi des E. c. (*J. D. van der Waals jr*), **8**, 39. — La notion des E. c. et divers points correspondants remarquables (*D. Berthelot*), **14**, 289.

ETHER. — Rech. sur les E. phosphoriques (*J. Cavalier*), **10**, 448.

EXPLOSIFS. — Les progrès de la technique des matières e. (*W. Will*), **15**, 801. — Recherches sur les E. de sûreté employés dans les mines grisouteuses et poussiéreuses (*J. Taffanel* et *H. Dautriche*), **23**, 512.

EXPLOSION. — Combustions explosives de poussières en suspension dans l'air (*H. Rousset*), **22**, 476.

FAÏENCERIE. — Etat actuel de l'industrie de la F. en France (*A. Granger*), **10**, 587.

FÉCULERIE. — L'état actuel et les besoins de la F. en France (*L. Laze*), **7**, 1244.

FER. — Etat actuel de l'industrie du F. et de l'acier bruts en France (*E. de Billy*), **9**, 178, 229, 287. — Application de la loi des phases à la métallurgie du F. et de l'acier (*H. W. Bakhuis Roozeboom*), **11**, 1041. — L'évolution du carbone dans le F. pendant la solidification (*A. Stansfield*), **11**, 1095.

Le four électrique Stassano pour l'obtention directe du F. et de l'acier (*E. Demenge*), **10**, 722. — Phénomènes qui accompagnent la réduction du F. (*Schenck* et *Helter*), **16**, 925. — Expériences récentes sur le traitement électrothermique des minerais de fer (*H. Marchand*), **20**, 443.

FLAMME. — Composition des atmosphères extinctives produites par les F. (*F. Clowes*), **6**, 473.

FLUOR. — Nouv. rech. sur le F. (*H. Moissan*), **1**, 336.

Rech. sur quelques fluorures organiques de la série grasse (*M. Meslans*), **4**, 192. — Etude des fluorures anhydres et cristallisés (*C. Poulenc*), **4**, 741. — Séparation et dosage des plus petites quantités de F. (*A. Gautier* et *P. Clausmann*), **23**, 606. — Le F. dans les eaux minérales (*A. Gautier* et *P. Clausmann*), **25**, 696.

FONCTION. — Etude sur la F. acide dans les dérivés méthéniques et méthiniques (*J. Guinchant*), **8**, 796.

FONTE. — Etat actuel de l'industrie de la F. en France (*A. Pourcel*), **7**, 465, 510. — Le rôle de la Science dans l'industrie de la F. (*L. Olivier*), **7**, 539.

FURFURANE. — Rech. dans la série du F. (*R. Marquis*), **15**, 876.

GAZ. — Etat actuel de l'industrie du G. (*M. Desmarets*), **25**, 105, 138.

Sur les G. inclus dans les roches et les minéraux cristallisés (*W. A. Tilden*), 8, 442. — Origine des G. qui se dégagent lorsqu'on chauffe certains minéraux ou des météorites (*M. W. Travers*), 10, 566. — Explosion des mélanges de G. d'éclairage et d'air (*B. Hopkinson*), 17, 399. — Les points d'inflammation des mélanges gazeux (*K. G. Falk*), 19, 215. — La gazéification de la tourbe (*H. Marchand*), 21, 367. — Nouv. procédés d'épuration du G. d'éclairage (*M. Desmarets*), 24, 3. — Rech. sur les gaz rares des sources thermales (*Ch. Moureu*), 24, 374.

Gaz a l'eau. — Le G. à l'e. et ses applications (*E. Demenge*), 12, 203 ; 15, 71.

Glucinium. — Rech. sur le G. et ses composés (*P. Lebeau*), 9, 828.

Graisse. — Les G. végétales des colonies françaises; synthèse naturelle et industrielle (*E. Heckel*), 7, 750. — La saponification des corps gras (*M. Niclou*x), 16, 1029.

Nouv. G. alimentaire végétale (*J. Jean*), 7, 895. — Le dédoublement diastasique des G. (*G. Bertrand*), 14, 298.

Graphotypie. — La G. (*G. Itasse*), 9, 311.

Grisou. — Les travaux de la Commission du G. (*G. Charpy*), 1, 540. — Le G. et ses accidents (*H. Le Chatelier*), 1, 630. — La lutte contre le G. (*Ph. Glangeaud*), 10, 442.

Recherche et dosage du G. et de l'oxyde de carbone (*N. Gréhant*), 3, 851. — Indicateur automatique de G., 22, 223. — Sifflet indicateur de G. (*M. Desmarets*), 25, 135.

Haut-fourneau. — Les réactions du H.-f., 14, 640. — Le refroidissement de l'air destiné au soufflage des H. f., 15, 1059; 17, 626; 21, 135. — Le H. f. électrique (*H. Marchand*), 21, 270.

Hélium. — Les nouv. rech. de Ramsay sur l'argon et l'H. (*G. Charpy*), 6, 297.

Action des décharges électriques sur l'argon et l'H. (*Collie* et *Ramsay*), 7, 761. — L'homogénéité de l'H. (*Ramsay* et *Travers*), 9, 474. — La production de l'H. aux dépens du radium (*Ramsay* et *Soddy*), 14, 970; 15, 621.

Hémoglobine. — Sur certaines propriétés physiques et chimiques de l'H. (*A. Gamgee*), 13, 590.

Huile. — L'industrie oléicole en Algérie (*J. Dugast*), 15, 505, 547.

L'H. de Méné du Sénégal et de la Côte occidentale d'Afrique (*E. Heckel*), 10, 686.

Hydrocarbures. — La synthèse industrielle des H. employés à l'éclairage (*V. B. Lewes*), 6, 269.

Hydrogénation. — H. catalytiques des liquides sous l'influence des métaux non nobles (*A. Brochet*), 24, 209; 25, 618.

Hydrures. — La synthèse des H. aromatiques (*L. Maquenne*), 4, 691.

Indazol. — La formation de dérivés indazoliques au moyen d'amines aromatiques *o*-méthylées (*E. Noelting*), 17, 414.

Indigo. — L'I. naturel et l'I. artificiel (*A. Haller*), 12, 255, 323. — Nouv. synthèses de l'I. (procédé Sandmeyer) (*P. Lemoult*), 13, 759.

Indoxyle. — L'I. urinaire et les couleurs qui en dérivent (*L. Maillard*), 15, 911.

Industrie chimique. — La lutte des nations sur le terrain de l'I. c. (*A. Haller*), 5, 472. — Quelques récents perfectionnements dans la grande I. c. (*A. Haller*), 5, 563. — L'I. c., les produits chimiques et pharmaceutiques à l'Exposition de Chicago (*A. Haller*), 5, 829. — Les I. c. normandes à l'Exposition de Rouen (*L. Lefèvre*), 7, 669. — L'I. c., l'enseignement chimique et les Universités (*A. Haller*), 8, 226. — L'évolution générale des méthodes dans les I. c. (*M. Berthelot*), 11, 869. — L'I. c. allemande à l'Exposition de 1900 (*M. Euverte*), 11, 1144. — Les arts chimiques et la pharmacie à l'Exposition universelle de 1900 (*A. Haller*), 13, 1055, 1130, 1176. — L'organisation de l'I. c. en Allemagne (*H. Rousset*), 19, 406.

Le développement et l'état actuel de l'I. c. en Suisse (*C. Marie*), 12, 990. — Les I. c. en Italie (*P. Clerget*), 20, 691.

Industries de l'alimentation. — Revue des I. de l'a. (*L. Lindet*), 21, 157.

Iode. — L'industrie de l'I., son histoire, son état actuel (*C. Matignon*), 25, 511.

Isomérie. — Les phénomènes d'I. en Chimie inorganique (*A. Werner*), 17, 538.

Sur quelques cas d'I. dans la série en C (*G. Grüner*), 2, 757.

Jaugeage. — Le J. des débits par voie chimique (*R. Mellet*), 24, 809 ; 916 ; 25, 96.

Krypton. — Le K., nouvel élément constituant de l'air atmosphérique (*W. Ramsay* et *M. Travers*), 9, 443.

Lait. — La Laiterie moderne et l'industrie du L. concentré (*R. Lezé*), 6, 539. — Rech. nouv. sur la constitution et les réactions du L. (*R. Lezé*), 9, 841. — La laiterie française et ses récents progrès (*R. Lezé*), 12, 82.

L. et beurres végétaux (*H. Rousset*), 22, 182.

Loi. — La L. des phases (*H. Le Chatelier*), 10, 759. — L'application de la L. des phases à la métallurgie du fer et de l'acier (*H. W. Bakhuis Roozeboom*), 11, 1041.

Démonstration élémentaire de la L. des phases (*C. Raveau*), 15, 364. — Exp. sur la L. de Lavoisier (*Landolt*), 19, 471 ; (*C. Zenghelis*), 20, 294.

Lutécium. — Le L. et le néo-ytterbium (*G. Urbain*), 19, 633.

Masrium. — Découverte d'un nouvel élément : le M. (*A. Held*), 3, 483.

Matières colorantes. — Théorie générale des M. c. et de leur fixation sur les fibres textiles (*E. Noelting*), 2, 245, 299. — Les nouv. M. c. (*A. Wahl*), 14, 1142. — La constitution des M. c. du triphénylméthane (*A. Wahl*), 16, 558.

Matières plastiques. — Etat actuel de l'industrie des M. p. organiques (*W. K. Main* et *A. Chaplet*), 23, 102.

Matières protéiques. — Genèse des M. p. et des M. humiques (*L. C. Maillard*), 25, 120.

Mélanges. — La théorie des M. binaires (*J. D. van der Waals*), 18, 299, 383, 524, 564, 856, 948.

Membrane semi-perméable. — Sur un procédé pratique de préparation des M. s. p. (*E. Fouard*), 22, 386.

Métal. — Rech. physico-chimique sur les maladies contagieuses des M. (*E. Cohen*), 21, 323. — Les répercussions de la guerre sur la production et l'approvisionnement de certains M. (*L. Brunet*), 25, 777.

Sur la diffusion des M. (*W. C. Roberts-Austen*), 7, 842. — La structure des M. (*F. Osmond* et *W. C. Roberts-Austen*), 7, 842. — La volatilisation des M. lourds par l'action de l'oxyde de carbone et son utilisation industrielle (*L. Mond*), 20, 763. — La production des M. précieux en 1910 (*P. Clerget*), 22, 262. — Les formes allotropiques des M. précipités par électrolyse (*V. Kohlschütter*), 24, 446.

Métallurgie. — Revue annuelle de M. (*U. Le Verrier*), 6, 177.

Meunerie. — L'outillage de la M. Moderne (*L. Lindet*), 5, 11.

Molécule. — La cause de l'équilibre dans la M. (*A. Le Bel*), 2, 209.

Les preuves de la réalité moléculaire (*J. Perrin*), 23, 126.

Néon. — Les nouv. gaz de l'atmosphère : le néon et le métargon (*Ramsay* et *Travers*), 9, 515.

Neutralisation. — Etude physico-chimique de la N. (*Eug. Cornec*), 24, 674.

Nickel. — Le nickel-tétracarbonyle (*G. Charpy*), 1, 657.

Nitrate. — L'industrie du N. de soude au Chili (*B. Diaz-Ossa*), 23, 389.

Nomenclature. — Le Congrès international de N. chimique tenu à Genève du 18 au 24 avril 1892 (*A. Combes*), 3, 257. — La N. chimique au Congrès de Pau (1892) (*A. Combes*), 3, 597. — La N. chimique au Congrès de Besançon (1893) (*L. Maquenne*), 4, 557.

Nucléo-albumines. — Les N.-a. et leurs dérivés (*Sambuc*), 9, 817.

Œnomètre. — L'extracto-œ. de M. Dujardin (*A. de Saporta*), 20, 728.

Or. — Les procédés modernes pour l'extraction de l'O. (*H. Marchand*), 21, 499.

Osmose. — L'O. au point de vue physique et biologique (*P. Girard*), 22, 234.

Du rôle chimique de la membrane dans les phénomènes osmotiques (*G. Flusin*), 19, 33.

Oxygène. — Les bases oxygénées et la valence de l'O. (*R. Fosse*), 13, 930. — L'O. industriel (*G. Claude*), 20, 923.

Les volumes spécifiques de la vapeur d'O et d'Az au point d'ébullition de l'O. (*J. Dewar*), 13, 997. — Nouv. procédé de fabrication industrielle de l'O., 23, 839.

Ozobromie. — L'O. (*E. Coustet*), 25, 288.

Ozone. — L'état actuel de l'industrie de l'O. (*H. de la Coux*), 19, 58.

Papier. — Rech. sur la détérioration du P., 9, 698. — L'industrie du P. de tourbe (*H. Blin*), 23, 378.

Parfum. — Etat actuel de l'industrie des P. en France (*J. Rouché*), 8, 570, 624, 653. — Etat actuel de l'industrie des P. artificiels (*E. Charabot*), 12, 524.

La Science dans l'industrie des P. en Allemagne (*L. Olivier*), 8, 86.

Pentosane. — Les P. (*G. Bertrand*), 10, 913.

Peptide. — Les P. (*L. C. Maillard*), 17, 115.

Peptone. — La question des P. (*E. Benech*), 10, 863.

Permutite. — La P. (*M. Desmarets*), 23, 879.

Pétrole. — Le problème de l'origine des P. (*J. Chautard*), 25, 588.

Le 3e Congrès internat. du P. (*E. Tassilly*), 19, 43. — La production et la répartition géographique du P. (*P. Clerget*), 22, 3. — Le raffinage du P. par l'acide sulfureux, 24, 456.

Phénol. — Les formules de constitution des P. et des camphres (*A. Etard*), 5, 70.

Phosphates. — Etat actuel de l'industrie des P. et super-P. en France (*E. Sorel*), 6, 1038.

Préparation électrolytique d'un P. employé comme engrais, 24, 915.

Phosphore. — La nature du P. rouge (*R. Schenck*), 13, 365.

Photochimie. — Les récents progrès de la P. (*A. Seyewetz*), 17, 229.

Lois des réactions photochimiques (*V. Henri*), 22, 548. — Etude expérimentale sur la loi d'équivalence protochimique d'Einstein (*V. Henri* et *R. Wurmser*), 24, 448.

Photographie. — L'intervention de la Chimie organique dans la P. (*A. Granger*), 19, 658. — Voir ch. IX ce qui concerne le côté physique de la Photographie.

Le développement des plaques et papiers en pleine lumière (*A.* et *L. Lumière* et *A. Seyewetz*), 14, 1237. — La théorie des processus p. (*S. E. Sheppard* et *C. E. K. Mees*), 16, 401, 625; 18, 174. — L'hypersensibilisation des plaques autochromes (*E. Coustet*), 23, 459. — Développement et fixage simultanés des plaques et épreuves photographiques (*E. Coustet*), 23, 6 0. — La destruction de l'image latente (*E. Coustet*), 24, 172. — Virage par sulfuration des images photographiques (*E. Coustet*), 24, 253. — Un nouv. révélateur p. : le chloranol (*E. Coustet*), 24, 830. — P. des couleurs sur papier : le procédé par décoloration (*E. Coustet*), 25, 135.

Phototropie. — La P. (*A. Senier*), 24, 498.

Physico-Chimie. — P. C. et Biologie (*E. Solvay*), 19, 474. — P. C. et Psychologie (*E. Solvay*), 20, 982.

Pile. — Les P. chlorochromiques du Ct Renard (*G. Fribourg*), 1, 508. — Les idées nouv. sur la théorie des P. (*M. Le Blanc*), 10, 725.

La P. à gaz (*Cailletet* et *Colardeau*), 5, 883. — Les irrégularités de la P. étalon Weston pour la f. é. m. (*C. H. Wind*), 12, 348. — P. galvaniques produites par l'action de la lumière (*M. Wilderman*), 16, 136; 17, 431. — Sur une nouv. P. à gaz de grande capacité, 25, 3.

Platine. — Rech. sur quelques combinaisons haloïdes du P. (*L. Pigeon*), 5, 214.

Poids atomique. — Nouv. recherches sur le P. a. de l'azote (*Ph. A. Guye*), 16, 755. — Rech. modernes sur les P. a. (*A. Jaquerod*), 19, 443.

Méthode purement physique pour la détermination rigoureuse des P. a. (*D. Berthelot*), 9, 630. — La détermination des P. a. et l'institution d'un Comité international des P. a., 10, 685. — L'unification des P. a., 11, 1206.

Poids moléculaire. — La détermination des P. m. des liquides et la tension superficielle (*W. Ramsay*), 5, 185. — Les P. m. dans les différents états physiques de la matière (*Ch. Maurain*), 21, 6.

Polarisation. — Les capacités initiales de P. (*E. Bouty*), 4, 364. — P. d'électrodes de platine dans l'acide sulfurique (*J. B. Henderson*), 4, 619. — La P. des électrodes (*E. Rothé*), 15, 667.

Porcelaine. — Etat actuel de l'industrie de la P. dure en France (*E. Peyrusson*), 8, 950, 981.

Pourpre. — La nature et la nuance du P. antique (*H. Rousset*), 21, 92.

Pouvoir rotatoire. — Le p. r. spécifique des corps actifs dissous (*A. Mignan*), 5, 463. — Sur les variations du P. r. dans la série tartrique et le P. r. des corps dissous (*P. Freundler*), 5, 693.

Pression osmotique. — La constitution des solutions étendues et la p. o. (*A. Etard*), 1, 193. — La P. o. au point de vue physiologique, physique et chimique (*J. H. van t'Hoff*), 4, 785.

Méthode pour mesurer directement les hautes P. o. (*Comte de Berkeley* et *E. G. J. Hartley*), 15, 715; 17, 206.

Produits. — La constitution chimique des P. hydrauliques (*H. Le Chatelier*), 5, 33.

Purine. — Le groupe de la P. (*A. Mouneyrat*), 11, 1122.

Réaction. — R. chimique et rayons de courbure (*Reboul*), 24, 719.

Résine. — L'état actuel de l'industrie des produits résineux (*E. Rabaté*), 11, 139.

Rotogravure. — La R. (*E. Coustet*), 24, 685.

Rouille. — La lutte contre la R. (*H. Rousset*), 22, 52.

Rubis. — La reproduction artificielle des rubis (*A. Verneuil*), 2, 5.

Scorie. — La formation des S. dans les opérations métallurgiques; leur constitution et leur emploi industriel (*W. Mathesius*), 15, 889.

Sels. — Les rech. de van't Hoff sur les dépôts de S. océaniques (*P. Gaubert*), 20, 814.

La fusibilité des mélanges de S. (*H. Le Chatelier*), 5, 1005. — Etude cryscopique de certains S. doubles (*G. Urbain* et *E. Cornec*), 25, 761.

Sidérurgie. — Progrès récents de la S. (*H. Le Chatelier*), 21, 886.

Silice. — Le travail de la S. fondue (*A. Dufour*), 14, 464. — Les diverses formes de S. et leurs relations mutuelles, 24, 45.

Silicium. — Le S. et les siliciures métalliques (*E. Vigouroux*), 8, 34.

Soie. — Etat actuel de la fabrication de la S. artificielle en France (*A. Ménégaux*), 9, 569. — La cellulose et l'état actuel de l'industrie de la S. artificielle (*H. de la Coux*), 21, 203.

Solides. — Modifications physiques et chimiques des S. soumis à de très fortes pressions (*W. Spring*), 15, 718.

Solubilité. — La forme des courbes de S. (*J. S. Lumsden*), 13, 502.

Solution. — La constitution des S. étendues et la pression osmotique (*A. Etard*), 1, 193. — Les théories régnantes sur la constitution des S. salines, (*G. Charpy*), 2, 642. — Etude expérimentale des S. saturées (*A. Etard*), 3, 314. — Les S. (*G. Charpy*), 4, 39. — Les récentes controverses sur la théorie des S. (*A. Boutaric*), 23, 183.

Rech. sur les S. salines (*G. Charpy*), 3, 556. — Propriétés thermo-électriques des S. salines (*G. F. Emery*), 5, 509. — Abaissement molécul. du point de congélation des S. très diluées (*Leduc*), 6, 394. — Rech. sur la congélation des S. aqueuses étendues (*A. Ponsot*), 8, 311. — S. de sels à deux points d'ébullition et phénomènes qui s'y rapportent (*H. B. Roozeboom*), 13, 170. — Sur les S. saturées (*Comte de Berkeley*), 15, 714. — Vitesse de dissolution des sels dans leurs S. aqueuses (*J. Schurr*), 16, 85. — Particularités de l'osmose des S. aqueuses (*G. Dorléans*), 16, 661. — Rech. sur les propriétés optiques des S. et des corps dissous (*C. Chéneveau*), 19, 670. — Poids spécifique et déplacement de quelques S. salines (*J. Y. Buchanan*), 24, 780. — La théorie des S. électrolytiques (*W. Mecklenburg*), 25, 96.

Solvate. — La théorie des S. (*A. Boutaric*), 23, 92.

Soufre. — La grandeur moléculaire et la densité de vapeur du S. (*O. Bleier* et *L. Kohn*), 12, 3.

Stagmatypie. — La S., nouv. procédé de reproduction des figures pour l'impression (*H. Strecker*), 23, 273.

Stéréochimie. — Les bases positives de la S. (*J. H. van't Hoff*), 5, 265.

Sucre. — La synthèse des S. (*L. Maquenne*), **1**, 165, 592. — Les récents travaux sur les S. (*E. Roux*), **15**, 532. — La synthèse végétale des corps hydrocarbonés (*L. Maquenne*), **16**, 928.
Sur des bases nouv. dérivées des S. (*E. Roux*), **14**, 830.

Sucrerie. — Les récents progrès de l'industrie sucrière (*L. Lindet*), **2**, 370. — L'état actuel de la S. en France (*E. Urbain*, *L. Lindet* et *L. Olivier*, **6**, 204). — Le raffinage en S. et la fabrication du bioxyde de Ba (*F. Dommer*), **8**, 694.
L'unification des méthodes d'analyse en S. (*L. Olivier*), **6**, 908. — Application des courants triphasés dans les S. et raffineries, **7**, 417. — L'électrodialyse des jus sucrés (*Ed. Urbain*), **8**, 361. — L'industrie du sucre et de l'alcool de nipa (*H. Blin*), **23**, 461; **25**, 664. — L'industrie sucrière et la culture de la canne aux îles Hawaï (*H. Jumelle*), **23**, 769.

Suif. — L'industrie des S. comestibles et industriels (*F. et J. Jean*), **6**, 412. — Remarques sur l'industrie du S. (*L. Olivier*), **6**, 425.

Surface. — Points de plissement et plis correspondants à proximité du bord de la S. Δ de van der Waals (*D. J. Korteweg*), **14**, 343.

Surfusion. — La S. dans les métaux et les alliages (*W. C. Roberts-Austen*), **9**, 873.

Synthèse. — La S. de la matière organique sans chlorophylle ni lumière (*L. Olivier*), **1**, 299.

Systèmes. — Les S. ternaires (*J. D. van der Waals*) **13**, 402, 447, 703. — Représentation dans l'espace des régions des phases et de leurs complexes pour des S. binaires à phase fixe (*H. W. B. Roozeboom*), **13**, 1107. — Les lignes d'ébullition du S. soufre-chlore (*H. W. B. Roozeboom*), **14**, 838; **15**, 280.

Tannerie. — La fabrication des extraits tannants et la détermination de leur valeur commerciale, **7**, 833.

Tannin. — Le T. de la galle d'Alep et de la galle de Chine (*E. Manceau*), **8**, 757.

Tantale. — Le T. et ses applications industrielles (*J. Escard*), **24**, 47.

Tautomérie. — La T. (*A. Kling*), **18**, 283, 311.

Teinture. — Les théories nouvelles de la T. (*E. Noelting*), **4**, 65.
Une théorie de la T. (*L. Vignon*), **20**, 567. — La T. photographique (*E. Coustet*), **24**, 490.

Terpènes. — Les relations entre le camphre et les T. (*G. Blanc*), **11**, 175.
Genèse des composés terpéniques dans les végétaux (*E. Charabot*), **12**, 634.

Terres rares. — Les T. r. (*E. Demarçay*), **1**, 396. — La préparation industrielle des T. r. (*A. Haller*), **4**, 718. — Les gisements et l'extraction de la thorite, de la monazite et du zircon (*P. Truchot*), **9**, 145. — La chimie des T. r. (*M. Guichard*), **10**, 494. — Les T. yttriques (*G. Urbain*), **10**, 667. — Comment se pose actuellement la question des T. r. (*G. Urbain*), **17**, 703. — Les T. r. (*F. Bourion*), **23**, 468.

Thermochimie. — T. et formules de constitution (*P. Lemoult*, **19**, 137.

Tonométrie. — Les expériences de Raoult sur la T. et la cryoscopie (*P. Freundler*), **5**, 409. — Les nouv. enseignements de la cryoscopie et de la T. (*M. Raoult*), **11**, 958.
Etude expérimentale d'une méthode tonométrique différentielle (*Eug. Fouard*), **24**, 368.

Transposition. — Les T. de structure en Chimie organique (*M. Tiffeneau*), **18**, 583.

Tungstène. — Le T. ductile, **25**, 623.

Uraninite. — Sur le nouveau gaz extrait de l'U. (*J. N. Lockyer*), **6**, 952, 991; **7**, 47, 273, 427, 591, 626.

Uréides. — Recherches sur les U. (*C. Matignon*), **3**, 487.

Valence. — La loi des V. atomiques (*P. Schutzenberger*), **3**, 393.
Sur les variations de la V. en Chimie (*L. Maquenne*), **3**, 499. — La notion de V. et les combinaisons non saturées (*F. Hinrichsen*), **13**, 115.

Verre. — Relations entre les propriétés électriques et la composition chimique de différentes espèces de V. (*A. Gray* et *J.-J. Dobbie*), **9**, 391; **11**, 1071. — Les V. bleus à base d'oxyde de chrome (*A. Duboin*), **9**, 598. — La fabrication mécanique du V. à vitres, **22**, 434; **24**, 333. — Le V. triplex, **23**, 609.

Verrerie. — Etat actuel de la V. en France (*E. Damour*), **7**, 68, 135.

Vin. — Voir ch. XVI.

Vinasse. — L'utilisation rationnelle des V. par le procédé Effront, **25**, 220.

Volumétrie. — La V. physico-chimique (*P. Duboit*), **21**, 673.

Zinc. — Progrès dans la métallurgie du Z. (*P. Jeannettaz*), **9**, 1. — L'emploi du blanc de z. en peinture proposé par Courtois (*C. Matignon*), **24**, 871.

Zymohydrolyse. — La réversibilité de la Z. (*L. Maquenne*), **9**, 925.

XI. — Chimie biologique.

Acidité. — Rech. sur l'A. végétale (*A. Astruc*), **15**, 661.

Arsenic. — L'existence normale et le rôle de l'A. chez les animaux (*A. Gautier*), **12**, 207.
L'A. normal chez les animaux et sa localisation dans certains organes (*A. Gautier*), **10**, 937.

Chimie biologique. — Le rôle de la C. b. en médecine (*A. Gautier*), **8**, 977. — Le domaine actuel de la C. b. (*G. Bertrand*), **16**, 451.

Chimie physiologique. — Revue annuelle de C. p. (*E. Lambling*), **16**, 19, 75, **17**, 326, 376; **20**, 128, 175; **23**, 586, 626.

Cyanogenèse. — La C. dans les plantes (*W. R. Dunstan* et *T. A. Henry*), **14**, 1067.

Diastase. — Oxydases et D. (*O. Dony-Hénault*), **20**, 948.
Lois d'action des D. (*V. Henri*, **16**, 347.

Enfant. — Les rech. récentes sur la composition chimique du fœtus humain et de l'E. nouveau-né (*L. Hugounenq*), **12**, 435.

Fer. — La pénétration et la répartition du F. dans l'organisme animal (*E. Lambling*), **3**, 226.

Ferment. — La réversibilité des actions fermentaires (*Em. Bourquelot*), **24**, 687.
Le F. alcoolique du jus de levure (*A. Harden* et *W. J. Young*), **17**, 480; **19**, 676; **20**, 827, **21**, 405; **22**, 428.

Fermentation. — Les produits formés pendant la F. alcoolique (*L. Lindet*), **2**, 720. — Les F. symbiotiques (*P. Vuillemin*), **4**, 305. — Asymétrie et F. (*L. Maquenne*), **6**, 53. — Le mécanisme de la F. alcoolique et les expériences de Buchner (*G. Bertrand*), **9**, 907. — La F. alcoolique du sucre (*Ed. Buchner*), **21**, 502.
Sur les F. produites par un microbe anaérobie de l'eau (*L. Perdrix*), **2**, 618. — F. anaérobie produite par le *B. orthobutylicus* (*L. Grimbert*), **4**, 612. — La F. du galactose et l'accoutumance des levures (*F. Dienert*), **11**, 1020.

Hydrates de carbone. — L'évolution de nos connaissances sur les H. de c. de l'économie animale (*R. Lépine*), **23**, 463.

Intestin. — Les récentes conquêtes de la Biologie dans le domaine du chimisme intestinal (*L. Hugounenq*), **16**, 1084.

Latex. — La coagulation du L. de caoutchouc (*V. Henri*), **18**, 214.

Oxydase. — O. et diastases (*O. Dony-Hénault*), **20**, 948.
Une nouv. classe de ferments solubles, les O. (*G. Bertrand*), **7**, 1074.

Sucrase. — Rech. sur la S. (*A. Fernbach*), **2**, 424.

Tanin. — L'existence du T. dans la plante vivante et sa signification (*C. van Wisselingh*), **21**, 408.

Végétaux. — Les manifestations chimiques de la Vie végétale (*E. Charabot*), **14**, 663.
Les bases d'une Chimie physiologique des sécrétions végétales, **18**, 750.

XII. — Cristallographie.

Cristal. — Emulsions et C. (*R. Lezé*), **10**, 741. — Les limites de l'état cristallin (*J. Perrin*), **11**, 1218. — C. liquides et liquides cristallins (*P. Gaubert*), **16**, 983. — Constitution chimique et structure cristalline : la

théorie de Barlow-Pope (*L. Brunet*), **22**, 942. — La nature des rayons X et la structure réticulaire des corps cristallisés (*L. Brunet*), **24**, 101.

La méthode chronophotographique appliquée à l'étude de la genèse des C. (*Th. W. Richards* et *E. Archibald*), **12**, 990. — Nouv. méthode pour la détermination des trois paramètres optiques d'un C. par le réfractomètre (*A. Cornu*), **12**, 1147. — La règle des phases et les C. mixtes (*H. W. Foote*), **13**, 4. — L'état cristallin et le point critique (*G. Tammann*), **15**, 1010. — Les phénomènes de vie apparente chez les C. mous (*A. Gradenwitz*), **17**, 626. — Structure cristalline et constitution chimique (*A. E. H. Tutton*), **22**, 381. — C. liquides à structure homogène (*Ch. Mauguin*), **23**, 165.

Cristallisation. — Influence des corps dissous sur la vitesse de C. des liquides surfondus (*E. von Richardt*), **14**, 233. — C. et fusion (*G. Tammann*), **16**, 433. — La C. de l'eau surfondue (*B. Weinberg*), **19**, 638.

Cristallographie. — L'évolution des doctrines cristallographiques (*A. de Lapparent*), **12**, 399. — Sur les conceptions de Haüy, de Mallard et de Wallerant en C. (*G. Friedel*), **12**, 572. — Sur certaines conceptions en C. (*F. Wallerant*), **12**, 671. — Les théories sur la structure des milieux cristallisés (*G. Wyrouboff*), **17**, 1050. — Les bases de la C. et les théories sur la structure des cristaux (*G. Friedel*), **18**, 198.

Isomorphisme. — Contrib. à l'étude de l'isomorphisme (*J. Herbette*), **18**, 374.

XIII. — Géographie.

Açores. — L'archipel des A. (*E. L. Bouvier*), **17**, 845.

Afrique. — Questions d'A. : l'expansion française en A. (*X*), **6**, 593. — Notes sur l'A. équatoriale (*A. Cureau*), **12**, 558, 598. — La France en A. (*Gervais Courtellemont*), **12**, 874. — La conquête économique de l'A. par les voies ferrées (*A. Fock*), **15**, 251. — Les voies ferrées de l'A. occid. française (*XXX*), **19**, 225, 269. — Les ports et les fleuves de l'A. o. f. (*XXX*), **19**, 942.

Un voyage transafricain du Zambèze au Caire (*H. Dehérain*), **9**, 480. — Haut-Oubangui, Bahr el Gazal et Haut-Nil (*G. Regelsperger*), **9**, 803. — De l'Algérie au Congo par l'Aïr et le Tchad (*F. Foureau*), **11**, 1329. — Les explorations du major Gibbons et du capitaine Lemaire : le Haut-Zambèze et le Haut-Congo (*G. Regelsperger*), **12**, 252. — Le développement de l'A. occidentale française (*P. Clerget*), **17**, 164. — L'exploration du massif du Rouvenzori (*G. Regelsperger*), **18**, 132. — La mission forestière Chevalier en A. occidentale (*G. Regelsperger*), **20**, 5. — La mission scientifique et économique Chevalier en A. o. f. (*G. Regelsperger*), **22**, 5. — Missions hydrographiques en A. équatoriale française (*G. Regelsperger*), **24**, 872.

Algérie. — L'esprit scientifique dans l'expansion commerciale de l'A. (*P. Clerget*), **15**, 132. — Le peuplement national en A. (*B. Auerbach*), **18**, 307.

Un district peu connu de l'A., la région des Ouled-Daoud (*Ch. Monnot*), **9**, 3.

Andes. — Le rôle économique du chemin de fer transandin (*P. Clerget*), **16**, 632.

Antilles. — L'Agriculture et les industries agricoles aux A. françaises (*H. Lecomte*), **13**, 611.

Argentine. — Le développement de la République A. (*E. Caustier*), **20**, 204.

Asie. — L'A. centrale et ses relations commerciales avec la Chine, l'Inde et la Russie (*C. E. Bonin*), **9**, 60. — La rénovation de l'A. (*G. Courtellemont*), **11**, 1272.

L'Expédition Kozloff en A. centrale (*G. Regelsperger*, **13**, 801. — L'Expédition Sven Hedin dans l'A. centrale (*G. Regelsperger*), **13**, 1162. — Le dessèchement de l'A. (*G. Regelsperger*), **15**, 1013. — La rénovation de l'A. mineure et le commerce français dans le Levant (*P. Clerget*), **15**, 1112. — L'expédition du Dr Stein dans l'A. centrale (*G. Regelsperger*), **18**, 816.

Australie. — L'empoisonnement des rivières en A. (*A. Laurent*), **6**, 439.

Baguirmi. — Le B. et l'incursion de Rabah (*G. Regelsperger*), **9**, 879.

Birmanie. — Les tribus de la Haute B. et la politique ethnographique de l'Administration britannique (*J. Chailley*), **18**, 135.

Bolivie. — Les lacs des hauts-plateaux de B. (*G. Regelsperger*), **15**, 1061.

Bosnie-Herzégovine. — La Revue générale des Sciences en B.-H. (*L. Olivier*), **11**, 269. — La nature physique en B.-H. (*L. Bertrand*), **11**, 295. — L'histoire et les monuments en B.-H. (*Ch. Diehl*), **11**, 316. — La langue et la littérature en B.-H. (*P. Boyer*), **11**, 335. — Les races, les religions, la nationalité en B.-H. (*A. Leroy-Beaulieu*), **11**, 344. — L'administration actuelle en B.-H. (*J. Godefroy*), **11**, 369. — La science, les services scientifiques et les œuvres intellectuelles en B.-H. (*L. Olivier*), **11**, 372. — L'instruction publique en B.-H. (*L. Olivier*), **11**, 419. — L'Islam en B.-H. (*Gervais Courtellemont*), **11**, 463. — Les travaux publics en B.-H. (*E. Demenge*), **11**, 472. — L'agriculture et l'exploitation forestière en B.-H. (*D. Zolla*), **11**, 492. — La colonisation agricole en B.-H. (*J. Godefroy*), **11**, 510. — Les mines et l'exploitation minérale en B.-H. (*A. Lebrun*), **11**, 512. — L'état actuel des industries en B.-H. (*E. Demenge*), **11**, 528. — Le commerce de la B.-H. (*L. Wouters*), **11**, 536. — La législation en B.-H. (*J. Godefroy*), **11**, 546. — Les finances de la B.-H. (*J. Godefroy*), **11**, 551.

Bretagne. — Le nomadisme et l'émigration en Basse-B. (*C. Vallaux*), **18**, 754.

Canal. — Le C. du Nord-Est (*B. Auerbach*), **13**, 140. — Voir également ch. VIII, pour le côté technique.

Le C. des Deux mers (*P. Clerget*), **15**, 631. — Le C. de Panama (*P. Clerget*), **17**, 114. — Le C. de Suez (*P. Clerget*), **17**, 212. — Le projet d'un C. maritime entre Rouen et Paris (*P. Clerget*), **22**, 517. — Un C. du Rhin à la mer du Nord, **23**, 612.

Canaries. — Le Maroc et les C. (*R. Verneau*), **10**, 146.

Chari. — La région du C. (*Aug. Bernard*), **13**, 118.

Cheikh-Saïd. — La France dans le détroit de Bab-el-Mandeb : C. S. (*J. Machat*), **8**, 289.

Chine. — Les résultats de la Mission lyonnaise en C. (*J. Machat*), **8**, 1000. — Les bases scientifiques de la question chinoise (*J. Machat*), **9**, 517. — Les éléments scientifiques de la transformation de la C. (*J. Hess*), **11**, 775, 844. — Le Royaume fleuri ou Province des Quatre-fleuves (Chine occidentale) (*Dr Legendre*), **16**, 947.

Le Haut Yang-tsé (*S. Chevalier*), **12**, 545. — La navigation sur le Haut Yang-tsé; les résultats de la mission Hourst (*G. Regelsperger*), **14**, 1183. — La civilisation bouddhique préislamique au Turkestan chinois et dans la C. centrale : missions Stein et Pelliot (*G. Regelsperger*), **21**, 320.

Colombie. — La C. britannique (*A. Mélin*), **20**, 790.

Colonies. — Les productions coloniales néerlandaises et le Musée colonial de Haarlem (*E. Caustier*), **7**, 113; **17**, 961. — La méthode dans les études coloniales (*J. Chailley-Bert*), **8**, 912. — Les produits de nos C. à l'Exposition de 1900 (*Ch. Lemire*), **9**, 130. — Marseille et les produits coloniaux (*H. Jumelle*), **10**, 582. — Un projet d'empire colonial français sous Louis XV (*L. de Launay*), **12**, 414. — La défense de nos C. et la guerre sur mer hors d'Europe (*G. de Caqueray*), **13**, 389. — Le Muséum d'Histoire naturelle et les C. françaises (*E. Perrier*), **14**, 696. — La colonisation et l'apprentissage colonial (*L. d'Anfreville*), **15**, 740. — Les productions du sol de nos C. à l'Exposition coloniale de Marseille (*Em. Perrot*), **17**, 1007. — L'organisation de la maison coloniale moderne (*P. Bourgoin*), **18**, 860, 928.

Le mouvement colonial en Allemagne (*J. Godefroy*), **8**, 849. — Le mouvement colonial en France (*J. Godefroy*), **8**, 527. — Le musée colonial de Marseille (*Ph. Eberlin*), **8**, 861. — La production agricole et forestière dans les C. françaises (*H. Lecomte*), **11**, 1034.

Congo. — Le C. français au point de vue historique et politique (*J. L. Deloncle* et *L. Delavaud*), **5**, 773. — Avant-projet d'une voie de communication du Stanley-Pool à la mer (*A. Cornille* et *J. Goudard*), **5**, 786. — La géologie du bassin du Niari (*M. Bertrand*), **5**, 792. — Les produits végétaux du C. français (*H. Lecomte*), **5**, 797. — Les richesses du C. français (*A. Chevalier*), **23**, 497.

La frontière entre le C. français et l'enclave portugaise de Cabinda (*G. Regelsperger*), **14**, 234.

Convention. — La C. franco-anglaise du 21 mars 1899 (*G. Regelsperger*), **10**, 335.

Côte d'Ivoire. — La pénétration dans la C. d'I. (*Clozel*), **12**, 596.

Dahomey. — L'essor économique du D. (*P. Clerget*), **20**, 765.

Danube. — Le D. austro-allemand et les projets de jonction de ce fleuve avec le Main, l'Elbe et l'Oder (*B. Auerbach*), **9**, 749, 769. — La région d'inondation du D. en Roumanie (*L. Mrazek*), **21**, 605.

Egypte. — Une oasis d'E. : Khargeh (*L. Boullet-Chéry*), **25**, 305.

Esquimaux. — La vie sociale des E. (*O. Nordenskjold*), **25**, 742.

Ethiopie. — Le voyage de M. H. Le Roux dans l'E. occidentale (*H. Dehérain*), **12**, 556. — Exploration de M. G. Montandon dans le S.-O. éthiopien (*G. Regelsperger*), **25**, 807.

Finlande. — L'Atlas de la Société de Géographie de F. (*G. Regelsperger*), **25**, 669.

France. — Le Tableau de la Géographie de la F. de M. Vidal de la Blache (*B. Auerbach*), **14**, 895.

Géographie. — Revue annuelle de G. (*H. Dehérain*), **5**, 378; **6**, 620; **7**, 651; **9**, 713; **10**, 955; **11**, 1233; **13**, 39; **15**, 944.

Géographie économique. — Revue de G. é. (*P. Clerget*), **23**, 278; **25**, 517.

Groenland. — Exploration au G. (*G. Regelsperger*), **24**, 5. — Les traversées du G. : Rasmussen, le capitaine Koch (*G. Regelsperger*), **25**, 97.

Grèce. — Les résultats du Voyage d'étude de la *Revue* en G., au Mont-Athos et à Constantinople (*G. Radet* et *L. Olivier*), **9**, 881, 928.

Guinée. — Le problème de l'exploitation agricole en G. française (*Em. Baillaud*), **16**, 423.

Le chemin de fer de Konakry au Niger navigable (*G. Regelsperger*), **10**, 259. — La délimitation de la G. française [mission Maclaud] (*G. Regelsperger*), **15**, 222; **16**, 970.

Guyane. — L'abandon de la G. française (*P. Clerget*), **19**, 261.

Haï-Nan. — H.-N. et les influences étrangères (*Cl. Madrolle*), **8**, 3.

Himalaya. — Explorations dans l'H. et le Karakoroum (*G. Regelsperger*), **14**, 801. — Les récentes explorations de l'H. (*G. Regelsperger*), **18**, 568; **21**, 844.

Hollande. — Les productions coloniales néerlandaises et le Musée colonial de Harlem (*E. Caustier*), **7**, 113.

Igli. — Le ksar d'I. (*G. Regelsperger*), **11**, 571.

Inde. — L'irrigation dans les I. anglaises (*J. Chailley-Bert*), **14**, 480, 542.

Indo-Chine. — Les chemins de fer de l'I.-C. (*G. Regelsperger*), **10**, 3; (*P. Clerget*), **16**, 881.

Indoustan. — Les chemins de fer de l'Indoustan (*B. Auerbach*), **10**, 730.

Java. — La concurrence des races à Java : la question chinoise (*J. Chailley-Bert*), **9**, 845.

Kénya. — Le mont K. en Afrique orientale anglaise (*Ch. Alluaud* et *R. Jeannel*), **25**, 639.

Lorraine. — L'essor économique de la L. (*P. Clerget*), **24**, 377.

Madagascar. — Les Hova de M. (*A. Grandidier*), **6**, 49. — Le Monde malgache (*E. Caustier*), **6**, 650. — Les animaux de M. (*A. Milne-Edwards*), **6**, 693. — Les grandes exploitations agricoles à M. (*A. de Faymoreau d'Arquistade*), **6**, 708. — Les gisements aurifères de M. (*L. Suberbie*), **6**, 715. — L'état du commerce à M. et l'avenir économique de l'île (*G. Foucart*), **6**, 718. — Pathologie de M. (*Dr Lacaze*), **6**, 745. — La politique française à M. (*L. Olivier*), **6**, 753. — La mise en valeur de M. depuis l'occupation française (*H. Dehérain*), **10**, 554. — L'état actuel de l'Agriculture à M. (*M.-A. Leblond*), **18**, 675.

Les chemins de fer à M. (*J. Godefroy*), **9**, 172. — Voyage de M. Bastard à travers le Fiherena (*H. Dehérain*), **11**, 170. — Une thèse de doctorat sur M. (*E. Caustier*), **13**, 661.

Maroc. — Le M. et les Canaries (*R. Verneau*), **10**, 146. — La géographie physique du M. (*J. Machat*), **14**, 12. — Les productions naturelles, l'agriculture, l'industrie et le commerce au M. (*Aug. Bernard*), **14**, 73, 132. — Les Marocains et la société marocaine (*E. Doutté*), **14**, 190, 258, 314, 372. — Voyage de reconnaissance au M. (*F. Weisgerber*), **14**, 435, 509. — Pathologie et thérapeutique marocaines (*F. Weisgerber*), **14**, 567. — Le M. et les puissances européennes (*La Revue*), **14**, 592. — La ville de Fez (*F. Weisgerber*), **16**, 634. — Les grandes lignes du relief marocain (*L. Gentil*), **22**, 486. — Les races marocaines (*J. Huguet*), **25**, 293. — Les langues du M. (*Gaudefroy-Demombynes*), **25**, 301. — L'hygiène du Marocain (*Dr Mauran*), **25**, 306. — La barre sur la côte atlantique du M. (*J. Renaud*), **25**, 309. — Les ports du M. (*X*), **25**, 314. — Le port de Tanger (*G. Poréhé*), **25**, 318, 328. — Le port de Casablanca (*Y*), **25**, 332. — Les voies de communication au M. (*L. Gentil*), **25**, 336. — De l'élevage au M. (*Th. Monod*), **25**, 341. — L'industrie de la pêche au M. (*A. Gruvel*), **25**, 347. — Les forêts du M. (*Boudy*), **25**, 350. — L'hydraulique agricole au M. (*Y*), **25**, 354. — Le commerce au M. (*P. Clerget*), **25**, 356. — Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publiques au M. (*Dr Zumbiehl*), **25**, 362. — La lutte contre la fièvre typhoïde au M. (*H. Vincent*), **25**, 365. — L'action militaire de la France au M. (*J. Ladreit de Lacharrière*), **25**, 366. — Le Service géographique de l'Armée au M. (*H. Noirel*), **25**, 371. — Vieilles villes et cités modernes au M. (*R. Jactel*), **25**, 379. — Le lotissement de la ville nouvelle de Marrakech (*R. Besnard*), **25**, 384. — Safi (*A. Legramps*), **25**, 385. — L'organisation judiciaire au M. (*XXX*), **25**, 386. — Les capitaux français au M. (*R. Girard*), **25**, 389. — La recherche scientifique au M. (*L. Gentil*), **25**, 393.

Le commerce marocain (*P. Clerget*), **17**, 440. — Mission au M. occidental (*P. Lemoine*), **17**, 521. — Les sources non musulmanes et la science historique au M. (*N. Slousch*), **25**, 290.

Mexique. — Exposition des collections mexicaines de M. Diguet au Muséum (*J. Poisson*), **10**, 175.

Mission. — Le voyage de retour de la M. Marchand (*G. Regelsperger*), **10**, 39. — Les observations scientifiques de la M. Foureau-Lamy (*G. Regelsperger*), **10**, 462; **17**, 755. — La M. Flamand et l'occupation d'In Salah (*G. Regelsperger*), **11**, 53. — La M. Lenfant (*G. Regelsperger*), **12**, 645; **15**, 285; **19**, 217. — La M. du Bourg de Bozas au pays des Aroussi, **13**, 802; **14**, 414; **17**, 426. — La M. Chevalier (Chari-Lac Tchad), **14**, 534, 1072; (*E. Caustier*), **15**, 578; (*G. Regelsperger*), **19**, 202. — Les travaux scientifiques de la M. Moll (Niger-Tchad) (*G. Regelsperger*), **16**, 716. — Le programme scientifique de la M. Tilho (Niger-Tchad) (*G. Regelsperger*), **17**, 921. — La M. scientifique belge Congo-Nil (*G. Regelsperger*), **17**, 1048. — Les résultats scientifiques de la M. Moll (Congo-Cameroun) (*G. Regelsperger*), **19**, 131.

Niger. — La descente du N. par la Mission Hourst (*H. Dehérain*), **8**, 88.

Nouvelle-Guinée. — L'exploration de la N.-G. (*G. Regelsperger*), **24**, 647.

Nouvelles-Hébrides. — La question des N.-H. (*P. Clerget*), **25**, 49.

Pôle. — L'Expédition polaire du Dr F. Nansen (*G. L. Pesce*), **8**, 259. — L'Expédition antarctique belge (*H. Arctowski*), **12**, 87. — La question antarctique, d'après les voyages exécutés vers le P. Sud depuis 1908 (*J. Machat*), **19**, 527, 561. — Résultats généraux de la seconde Mission Charcot dans l'Antarctique (*J. Machat*), **21**, 884.

Projet d'Expédition écossaise au P. sud (*W. S. Bruce*), **11**, 820. — L'Expédition norvégienne au P. nord (*F. Nansen*), **11**, 857. — Les Expéditions antarctiques française et anglaise (*G. Regelsperger*), **12**, 827. — L'Expédition anglaise de la *Discovery* vers le P. sud (*E. Caustier*), **14**, 534. — La *Stella polare* dans les mers arctiques (*Duc des Abbruzzes*), **14**, 626. — L'Expédition Peary au nord du Groenland (*G. Regelsperger*), **15**, 328. — Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique du Dr Nordenskjöld (*G. Regelsperger*), **15**, 477. — Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique écossaise Bruce (*G. Regelsperger*), **15**, 678. — L'Expédition antarctique anglaise de la *Discovery* (*G. Regelsperger*), **15**, 887. — Le Congrès international pour l'étude des régions polaires (*G. Regelsperger*), **17**,

1905. — Les Expéditions arctiques de Peary et d'Amundsen (*G. Regelsperger*), **18**, 346. — L'Expédition antarctique du Lieutenant Shackleton (*G. Regelsperger*), **20**, 348. — Météorologie de l'Expédition antarctique de la Discovery, **20**, 788. — Le passage du Nord-Ouest : Roald Amundsen (*G. Regelsperger*), **21**, 48. — La forme du continent antarctique, **21**, 412. — La découverte du P. sud, **23**, 215. — L'Expédition antarctique Filchner, **24**, 457. — Découverte de terres nouv. dans l'Océan glacial arctique (*G. Regelsperger*), **25**, 424. — L'Expédition du Dr Mawson dans l'Antarctique (*G. Regelsperger*), **25**, 583. — La route de mer d'Europe en Sibérie (*G. Regelsperger*), **25**, 704.

Port. — Les ports du Maroc (*X*), **25**, 314. — Le port de Tanger (*G. Porché*), **25**, 318, 328. — Voir également ch. VIII pour le côté technique.

Le P. de Paris (*P. Clerget*), **16**, 927. — Le P. de Casablanca (*P. Clerget*), **24**, 46; (*X*), **25**, 332.

Porto-Novo. — La région de P.-N. (*E. Foa*), **3**, 107.

Pyrénées. — L'économie pastorale dans les P. (*H. Cavaillès*), **16**, 777.

Les P. méditerranéennes (*M. Sorre*), **25**, 529.

Rhin. — La mise en valeur et l'utilisation économique du R. (*P. Clerget*), **17**, 1059.

Roumanie. — La récente croisière de la *Revue générale des Sciences* en R. (*L. Olivier*), **20**, 985.

Russie. — Comment la nation russe s'est-elle formée? (*L. Léger*), **9**, 674.

Sahara. — Le S. à propos de l'ouvrage de M. Schirmer (*H. Dehérain*), **4**, 459. — La France au S., réponse à l'ouvrage de M. Schirmer (*A. Fock*), **4**, 653.

La pénétration économique du S. (*P. Clerget*), **16**, 245. — Les travaux géographiques de la mission Arnaud-Cortier au S. (*G. Regelsperger*), **19**, 301. — Le S. algérien (*E. F. Gautier*), **19**, 916. — Le S. Soudanais (*R. Chudeau*), **20**, 963.

Sénégal. — Le chemin de fer du S. au Niger (*L. Olivier*), **7**, 1075.

Senoussiya. — Les S. (*A. Le Chatelier*), **13**, 504, 599, 711.

Siam. — Les intérêts français au Siam (*Ch. Lemire*), **9**, 106.

Simplon. — Le tunnel du S. et les voies d'accès françaises (*P. Clerget*), **15**, 171.

Soudan. — Questions d'Afrique : le S. français (*X*), **6**, 506. — La jonction du S. et du Dahomey (*Lt Voulet*), **8**, 893. — La pénétration commerciale au S. central (*H. Schirmer*), **8**, 940. — Les conditions géographiques du S. égyptien (*J. Machat*), **10**, 510.

Le S. égyptien sous Méhemet-Ali (*H. Dehérain*), **9**, 254. — Du S. à la Côte d'Ivoire (*G. Regelsperger*), **10**, 804. — L'âme soudanaise (*E. Caustier*), **14**, 61. — La valeur économique du S. central (*P. Clerget*), **16**, 409.

Spitzberg. — La question du S. (*P. Clerget*), **21**, 922.

Tanganyika. — La position du Lac T. (*G. Regelsperger*), **11**, 916.

Tchad. — Le massif des M'Brés (région du T.) (*J. Truffert*), **13**, 77. — Le lac T. (*Lt-Col Destenave*), **14**, 649, 717.

La situation économique du Territoire du T. (*P. Clerget*), **24**, 293.

Ténériffe. — Huit jours à T. (*F. Weisgerber*), **16**, 1038.

Thessalie. — La T. (*J. Machat*), **8**, 447.

Tibet. — L'exploration de Sven Hedin au T. (*G. Regelsperger*), **20**, 296; **21**, 564.

Tombouctou. — T. (*E. T. Hamy*), **13**, 957.

Tripoli. — T. de Barbarie et les intérêts français (*G. du Boscq de Beaumont*), **14**, 603.

La valeur économique de la Tripolitaine (*P. Clerget*), **22**, 862.

Tunisie. — Le nouvel aspect des questions tunisiennes (*J. Brunhes*), **5**, 848. — L'étude scientifique de la T. (*L. Olivier*), **7**, 936. — La nature tunisienne (*M. Dubois*), **7**, 937. — L'histoire en T. (*G. Boissier*), **7**, 949. — Les aménagements agricoles et les grands travaux d'art des Romains en T. (*P. Gauckler*), **7**, 954. — La population et les races en T. (*Dr Bertholon*), **7**, 972. — Vue générale de la T. (*G. Deschamps*), **7**, 1009. — Les conditions sanitaires et l'hygiène en T. (*A. Loir*), **7**, 1038. — Géologie de la T. (*E. Haug*), **7**, 1047. — Les mines et les carrières de la T. dans l'Antiquité (*R. Cagnat*), **7**, 1054. — Etat actuel de l'exploitation des mines et des carrières en T. (*E. de Fages*), **7**, 1056. — Les forêts et la question du reboisement en T. (*G. Loth*), **7**, 1076. — L'acclimatation végétale en T. et le Jardin d'essais de Tunis (*M. Cornu*), **7**, 1080. — Les besoins généraux de l'Agriculture en T. (*L. Grandeau*), **7**, 1087. — La viticulture en T. (*P. Bourde*), **7**, 1101. — La culture de l'olivier en T. (*de l'Espinasse-Langeac*), **7**, 1105. — Conditions économiques et sociales de la colonisation agricole en T. (*J. Chailley-Bert*), **7**, 1111. — Les industries des indigènes en T. (*V. Fleury*), **7**, 1118. — Les industries des Européens en T. (*X. Roqués* et *J. A. Deiss*), **7**, 1128. — Les rapports de la T. avec le marché européen (*G. Wolfrom*), **7**, 1144. — Les relations commerciales de la T. avec le Soudan (*Rebillet*), **7**, 1151. — Les travaux publics du Protectorat français en T. (*E. de Fages*), **7**, 1165. — Etat actuel des Services scientifiques et de l'Instruction publique en T. (*R. Versini*), **7**, 1177. — L'esprit du Protectorat français et l'œuvre administrative de la France en T. (*E. Levasseur*), **7**, 1182. — Notes statistiques sur la T. (*V. Turquan*), **7**, 1201. — Notes sur la T. (*L. Olivier*), **11**, 827. — L'organisation de l'Enseignement italien en T. (*G. Loth*), **12**, 1108. — L'évolution de la T. (*G. Loth*), **17**, 139.

La pêche en T. (*L. G. Seurat*) **13**, 370. — Etude sur le climat de la T. (*G. Ginestous*), **18**, 209. — La valeur économique de l'Extrême sud tunisien (*P. Clerget*), **24**, 88.

Voies de communication. — Les nouv. V. de c. britanniques (*H. Dehérain*), **10**, 270.

Les chemins de fer vers les grands lacs africains (*G. Regelsperger*), **13**, 227. — L'extension des V. ferrées en Asie russe (*P. Clerget*), **22**, 145. — L'état actuel du chemin de fer de Bagdad (*P. Clerget*), **22**, 437.

Yun-nan. — Le chemin de fer du Y. (*G. Regelsperger*), **12**, 993.

Zanzibar. — Les Anglais à Z. (*H. Dehérain*), **7**, 848.

XIV. — Géologie et Géographie physique, Minéralogie et Paléontologie.

Abrasif. — L'industrie des A. et le corindon (*A. de Romeu*), **16**, 504.

Afrique. — La répartition et les caractères de la richesse minérale en A. (*L. de Launay*), **13**, 1075. — La géologie de l'Afrique du N. d'après les travaux récents (*J. Révil*), **24**, 662.

Algérie. — Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (A.), (*L. Gentil*) **14**, 218. — Rech. géologiques et géographiques sur l'A. et les territoires du Sud (*G. B. M. Flamand*), **23**, 641.

Alpes. — La géologie des A. et la carte de M. Noé (*W. Kilian*), **2**, 13. — Les grandes nappes de recouvrement des A. françaises (*J. Révil*), **13**, 1007. — La formation des vallées des A. de Savoie (*J. Révil*), **16**, 462. — La synthèse géologique du système alpin (*J. Révil*), **17**, 644. — Le rôle des nappes de charriage dans la structure des A. occidentales et orientales (*L. Bertrand*), **20**, 153. — Une nouv. percée des A., le Petit Saint-Bernard (*J. Révil*), **21**, 687.

Les chaînes subalpines entre Digne et Gap (*E. Haug*), **3**, 167.

Andalousie. — La géologie de l'A. et le tremblement de terre du 25 déc. 1884 (*Em. de Margerie*), **1**, 696.

Aragon. — Rech. géologiques dans le sud de l'A. (*A. Dereims*), **10**, 484.

Argent. — L'avenir géologique de l'or et de l'A. (*L. de Launay*), **6**, 362.

Bactéries. — Les B. fossiles et leur œuvre géologique (*B. Renault*), **7**, 804.

Balkans. — La structure et l'histoire des B. d'après Toula (*A. de Lapparent*), **7**, 502. — L'orogénie de la péninsule balkanique (*L. de Launay*), **23**, 817.

Brive. — Bassin houiller et permien de Brive (*G. Mouret*), **3**, 522.

Calcaire. — Le rôle des Algues dans la formation des dépôts calcaires (*Mme P. Lemoine*), **22**, 645.

Rech. sur le C. carbonifère de la Belgique (*G. Delépine*), 23, 658.

Carbonifère. — Contrib. à l'étude du C. du Nord de la France (*A. Carpentier*), 25, 491.

Carte géologique. — Les deux nouvelles C. g. de la France (*Em. de Margerie*), 1, 43.

Les nouvelles C. g. (*E. Haug*), 8, 403.

Charriage. — Les grands C. de l'Embrunais et de l'Ubaye (*E. Haug*), 14, 1241.

Constantine. — L'Exposition minière de C. (*R. Chudeau*), 15, 702.

Coquille. — Sur la présence de C. fossiles au fond des mers actuelles (*J. Thoulet*), 10, 413.

Craie. — La formation de la craie phosphatée de Picardie (*A. de Lapparent*), 2, 406.

Diamant. — Les D. du Cap (*L. de Launay*), 8, 535.

La roche-mère du D. dans le sud de l'Afrique (*T. G. Bonney*), 10, 718.

Diatomée. — Les D. fossiles (*A. Lauby*), 22, 918, 949.

Diluvium. — Le D. dans l'Amérique du Sud (*G. Steinmann*, 18, 626.

Dinosaurien. — Les D. (*A. Bigot*), 8, 463.

Dryopithèque. — Le D. et l'origine de l'homme (*H. Filhol*), 1, 161.

Eau. — Les E. abyssales (*J. Thoulet*), 1, 500. — Le sol sous-marin et les E. abyssales (*J. Thoulet*), 2, 326. — Les E. minérales et thermales de la Tunisie (*A. Loir*), 11, 630.

La circulation des E. de surface dans l'Atlantique nord (*H. N. Dickson*), 11, 863. — Sauts de température de l'E. de mer (*A. Gradenwitz*), 19, 44.

Ecorce terrestre. — Une nouvelle cause de mobilité de l'E. t. (*A. de Lapparent*), 1, 267. — La distribution des éléments chimiques dans l'E. t. (*L. de Launay*), 15, 386.

Eolithe. — L'état actuel de la question des E. (*J. Engerrand*), 23, 541.

Erosion. — Le problème de l'E. et du surcreusement glaciaires (*J. Brunhes*), 19, 90, 844. — Le problème de l'E. glaciaire (*P. Morin*), 22, 762.

L'action comparée de l'E. torrentielle et de l'E. glaciaire (*P. Clerget*), 18, 433. — Les puissances mécaniques comparées d'un glacier et d'un torrent (*P. Morin*), 19, 728.

Etna. — L'E. (*F. A. Fouqué*), 12, 65. — L'éruption de l'E. en avril-mai 1908 (*A. Lacroix*), 20, 298, 362.

Faune. — La F. dite primordiale est-elle la plus ancienne? (*J. Bergeron*), 2, 781 — Les récentes études sur les F. les plus anciennes (*J. Bergeron*), 7, 259.

Filon. — Les variations des F. métallifères en profondeur (*L. de Launay*), 11, 575.

Fjords. — Les F. de Norvège et leur mode de formation (*K. F. Kolderup*), 21, 337.

Géologie. — Revue annuelle de G. (*L. Carez*), 1 576; 2, 608; 3, 639; (*E. Haug*), 4, 596; 5, 748; 6, 1086; 8, 154; 9, 495; 10, 627; 11, 1333; 13, 477; 14, 815; (*J. Révil*), 18, 885; 20, 414, 452; 21, 246, 297; 22, 721; 24, 387. — Les essais de G. expérimentale du professeur Reyer (*W. Kilian*), 4, 425. — Les lignes directrices de la G. de la France (*M. Bertrand*), 5, 665. — Le VIIIe Congrès g. international (Paris, 1900) (*Ph. Glangeaud*), 12, 914. — La réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Turin (1905) (*J. Révil*), 16, 1091. — Le Xe Congrès g. international au Mexique (1906) (*A. Offret*), 18, 502. — La loi de position en G. (*Gal Jourdy*), 20, 624. — Les problèmes de la G. tectonique dans la Méditerranée occidentale (*P. Termier*), 22, 225. — Le XIe Congrès g. international en Suède (*A. Offret*), 22, 359. — Le XIIe Congrès g. international au Canada (*A. Bigot*), 25, 479.

Glaciaire. — Les vues nouv. sur les causes de l'époque g. (*Ph. Glangeaud*), 10, 21.

Glacier. — Les variations de longueur des G. dans les régions arctiques et boréales (*Ch. Rabot*), 8, 883. — Les G. de la Savoie (*P. Clerget*), 17, 401. — Le mécanisme des variations glaciaires (*P. Clerget*), 22, 555. — La périodicité des crues glaciaires (*P. Clerget*), 23, 137.

Grotte. — Les G. de Grimaldi, 19, 836; 22, 816; 24, 203.

Guinée. — La structure géologique de la G. française (*J. Machat*), 15, 767.

Homme. — Le Dryopithèque et l'origine de l'H. (*H. Filhol*), 1, 161. — Les récents travaux sur l'origine de l'H., d'après Heckel (*J. Soury*), 10, 50.

L'H. paléolithique en Afrique (*J. Evans*), 11, 1073. — Les caractères craniens et faciaux de la R. du Néanderthal (*W. J. Sollas*), 19, 208. — Découverte de deux squelettes néanderthaloïdes dans le bassin de la Dordogne et l'*Homo primigenius* (*J. Deniker*), 20, 56. — Le plus vieil ossement humain (*J. Deniker*), 20, 645. — L'H. fossile de Piltdown (*J. Deniker*), 24, 916. — L'H. fossile de la Chapelle-aux-Saints (*M. Boule*), 25, 207.

Hydrologie. — H., hydrotimétrie, annonce des crues (*A. Babinet*), 5, 487. — H. souterraine et eaux potables (*F. Diénert*), 17, 603.

Insectes. — Rech. pour servir à l'histoire des I. fossiles (*Ch. Brongniart*), 6, 107.

Italie. — Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'I. du sud et de la Sicile (*M. Gignoux*), 25, 205.

Jurassique. — Etude stratigraphique sur le J. inférieur du Jura méridional (*A. Riche*), 4, 741. — Le J. à l'ouest du Plateau central (*Ph. Glangeaud*), 7, 370. — Le J. inférieur et moyen de la bordure N.-E. du bassin de Paris (*H. Joly*), 20, 513.

Kabylie. — Description géologique de la K. de Djurjura (*E. Ficheur*), 2, 118.

Lac. — L'étude des L. dans les Alpes et dans le Jura français (*A. Delebecque*), 3, 233. — Le L. glaciaire Agassiz (*Ph. Glangeaud*), 9, 377. — Les récents mouvements du sol dans la région des Grands L. aux Etats-Unis (*L. Pervinquière*), 10, 701. — La formation des grands L. des Alpes (*G. Eisenmenger*), 19, 610.

Le L. bouillant de la Dominique (*F. Sterns-Fadelle*), 15, 885. — Le L. Léman (*F. A. Forel*), 16, 395. — Les eaux du L. salé d'Urmiah (*R. T. Gunther* et *J. J. Manley*), 10, 645. — La couleur des L. (*von Aufsess*), 15, 628. — Les L. alpins suisses (*F. E. Bourcart*), 18, 79. — Résultats de l'exploration scientifique du L. Balaton, 19, 245.

Mammifère. — La découverte de M. du type australien dans l'Amérique du Sud (*R. Lydekker*), 3, 501. — Les premiers M. (*F. Ameghino*), 4, 77. — Les M. crétacés de la Patagonie (*Ph. Glangeaud*), 9, 133.

Marbre. — L'état actuel de l'industrie du M. en France (*J. Boyer*), 12, 781.

Rech. expérimentales sur l'écoulement du M. (*F. D. Adams* et *J. T. Nicholson*), 11, 1025.

Maroc. — Les grandes lignes du relief marocain (*L. Gentil*), 22, 486.

Martinique. — La catastrophe de la M. (*J. Thierry*), 13, 664. — Voir aussi Volcan.

Le rapport de la Mission scientifique de la M. (*A. Lacroix*), 13, 846. — Quelques productions boueuses accompagnant les éruptions de la Montagne Pelée, 14, 114.

Mer. — Le fond des M. (*A. de Lapparent*), 3, 407. — La physique des M. polaires (*Th. Hesselberg*), 22, 7. — La M. du Nord (*C. Vallaux*), 23, 422.

Métallogénie. — Application de la méthode tectonique à la M. de la région italienne (*L. de Launay*), 16, 812. La M. du continent asiatique (*L. de Launay*), 21, 974.

Montagne. — Les M. de l'Ecosse (*M. Bertrand*), 3, 817. — Le rôle des grands mouvements horizontaux dans la formation des chaînes de M. (*L. Bertrand*), 19, 152.

Niari. — La géologie du bassin du N. (*M. Bertrand*), 5, 792.

Normandie. — Le bassin minier de la Basse N. (*A. Bigot*), 24, 258. — L'exploitation des mines de fer de la Basse N. et le port de Caen (*A. Bigot*), 24, 346.

Océan. — La circulation océanique (*J. Thoulet*), 17, 321.

Les limites du Gulf Stream dans l'O. arctique (*Galitzine*), 12, 780.

Océanographie. — Instructions océanographiques (*J. Thoulet*), 14, 872. — L'O. dans le voisinage immédiat du rivage (*J. Thoulet*), 15, 542. — Les récentes recherches océanographiques en Norvège (*Ch. Gravier*), 20, 84. — L'Expédition océanographique du *Michael Sars* dans l'Atlantique septentrional (*Ch. Gravier*), 23, 60.

Croisières océanographiques de la *Belgica* dans la mer du Groenland (*duc d'Orléans*), **21**, 794.

ONGULÉS. — O. aberrants des terrains tertiaires et pléistocènes de l'Amérique du Sud (*R. Lyddekker*), **3**, 565.

OR. — L'avenir géologique de l'O. et de l'argent (*L. de Launay*), **6**, 362. — L'O. dans le monde et son extraction (*L. de Launay*), **17**, 501, 547.

Les gisements aurifères de la Côte d'Ivoire (*P. d'Espagnat*), **7**, 935. — Les gisements aurifères de l'Australie occidentale (*Coignet*), **11**, 866. — La production de l'O. en 1907 (*P. Clerget*), **19**, 765.

OROGÉNIE. — Les récents progrès de nos connaissances orogéniques (*M. Bertrand*), **3**, 5. — O. systématique et Tectonique positive (*Gal Jourdy*), **21**, 26.

PALÉONTOLOGIE. — Les progrès de la P. (*A. Gaudry*), **1**, 464. — Les dernières découvertes de M. Ameghino (*Ph. Glangeaud*), **8**, 933. — Les créatures géantes d'autrefois (*M. Boule*), **13**, 903.

Revue annuelle de P. animale (*C. Depéret*), **21**, 556.

Revue annuelle de P. végétale (*F. Pelourde*), **24**, 103.

PERROQUET. — Le gisement de P. fossiles de l'Ile Maurice (*T. Sauzier*), **4**, 377.

PÉTROGRAPHIE. — Revue de P. (*Alb. Michel-Lévy*), **24**, 500.

PÉTROLE. — Le problème de l'origine des P. (*J. Chautard*), **25**, 588.

PHOSPHATE. — Les gisements de P. de la Floride (*F. B. Wilson*), **5**, 14. — Les P. d'Algérie (*J. Dugast*), **8**, 769.

L'origine des P. de chaux naturels (*E. Fleury*), **18**, 91.

PLANTES. — L'organisation des P. fossiles des couches carbonifères (*Williamson* et *Scott*), **5**, 225.

PLASTICITÉ. — La P. des corps solides et ses rapports avec la formation des roches (*W. Spring*), **11**, 1036.

POISSON. — Etude des P. fossiles du nord de la France et des régions voisines (*M. Leriche*), **18**, 375.

PRÉALPES. — Le problème des P. (*E. Haug*), **8**, 699. — Etude géologique sur le terrain à galets striés des P. vaudoises (*S. Meunier*), **13**, 390.

PRIMAIRE. — Les provinces botaniques de la fin des temps P. (*R. Zeiller*), **8**, 5.

PTÉRIDOSPERMÉES. — Une nouv. classe de Gymnospermes, les P. (*R. Zeiller*), **16**, 718.

QUATERNAIRE. — Le Q. belge (*G. Engerrand*), **13**, 712, 775.

RÉCIF. — Sur la formation des barrières de R. et des différents types d'atolls (*A. Agassiz*), **14**, 465.

ROCHES. — Les reproductions artificielles de R. et de minéraux (*A. Michel-Lévy*), **19**, 345.

RUSSIE. — La série des phénomènes éruptifs de la R. méridionale (*J. Brunhes*), **11**, 640.

SAVOIE. — Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie (*J. Révil*), **23**, 80, 347.

SIMPLON. — Les résultats scientifiques du percement du S. (*P. Clerget*), **15**, 676.

SISMOLOGIE. — Les récents progrès de la S. (*J. Milne*), **17**, 696. — La propagation des ondes sismiques (*Ch. Jordan*), **18**, 531, 571. — L'inscription instrumentale des séismes et la Physique du Globe (*A. Sieberg*), **20**, 58, 117. — Les tremblements de terre du Bassin de Paris, leurs relations avec les accidents tectoniques (*P. Lemoine*), **24**, 54.

L'origine tectonique des tremblements de terre de Provence et d'Italie (*P. Lemoine*), **20**, 949. — Les tremblements destructeurs en Chine (*N. H. Drake*), **23**, 571; (*H. Gauthier*), **25**, 5. — Le tremblement de terre de la mer de Marmara (*P. Lemoine*), **24**, 88.

SOL. — Le S. sous-marin et les eaux abyssales (*J. Thoulet*), **2**, 326.

SOURCE. — La distribution géographique des S. thermales (*L. de Launay*), **9**, 537. — Les S. de la craie (*F. Diénert*), **12**, 1007. — Les S. thermo-minérales de la Savoie (*J. Révil*), **19**, 825.

SUBMERSION. — Sur les preuves d'une S. de l'Europe du sud-est à la fin de la période glaciaire (*J. Prestwich*), **4**, 237.

TERRAIN. — Les rech. de M. Cayeux sur les T. sédimentaires du Bassin de Paris et de la Belgique (*Ch. Barrois*), **8**, 496.

TERRE. — La face de la T. (*E. Suess*), **9**, 193; **11**, 808. — L'âge de la T. (*J. Joly*), **23**, 652.

TIMOR. — L'île de T., son volcan supposé et ses relations tectoniques probables, **24**, 131.

TRIAS. — Le T. alpin (*E. Haug*), **4**, 241.

TUNISIE. — La géologie de la T. (*E. Haug*), **7**, 1047.

VELAY. — Description géologique du V. (*M. Boule*), **3**, 488.

VÉSUVE. — L'éruption du V. en avril 1906 (*A. Lacroix*), **17**, 881, 923.

VOLCAN. — Les anciens V. de la Grande-Bretagne (*Ph. Glangeaud*), **8**, 902. — L'éruption de la Montagne Pelée et les V. des petites Antilles (*A. Michel-Lévy*), **13**, 554. — Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles (*F. de Montessus*), **13**, 669. — Le mode de formation d'un dôme volcanique (Montagne Pelée) et la cristallisation des roches éruptives quartzifères (*A. Lacroix*), **16**, 301. — Les rech. modernes sur le volcanisme (*A. Brun*), **21**, 51. — Les plus jeunes V. de la France : la chaîne des Puys (*Ph. Glangeaud*), **25**, 50.

XV. — Biologie générale.

ADAPTATION. — Le peuplement des places vides dans la nature et l'origine des A. (*L. Cuénot*), **20**, 8.

BIOLOGIE. — La B. cellulaire étudiée par la mérotomie (*F. Henneguy*), **4**, 759. — Les idées de M. Y. Delage sur les grands problèmes de la B. générale (*G. C. Bourne*), **7**, 629. — Les applications biologiques de la théorie des ions (*L. Maillard*), **10**, 768. — Physico-chimie et B. (*E. Solvay*), **19**, 474. — L'électrisation de contact en B. (*P. Girard*), **20**, 694. — L'osmose au point de vue chimique et biologique (*P. Girard*), **22**, 234. — La Radioactivité dans ses rapports avec la B. végétale (*P. Becquerel*), **23**, 576. — L'action biologique des corps radio-actifs (*O. Hertwig*), **24**, 609.

La Réunion biologique de Nancy (*A. Prenant*), **9**, 95.

BIOMÉCANIQUE. — Une nouvelle science, la B. (*Y. Delage*), **6**, 441.

CELLULE. — La pression osmotique et la biologie de la C. (*J. Massart*), **2**, 69.

CONSANGUINITÉ. — C. et endogamies (*F. Regnault*), **22**, 719.

ESPÈCE. — La question de l'E. en Systématique (*E. Trouessart*), **23**, 853.

EVOLUTION. — Le principe de l'E. et la réponse de Herbert Spencer à Lord Salisbury (*E. Perrier*), **7**, 131. — Les hypothèses cinétiques et la loi de l'E. (*J. de Boissoudy*), **15**, 815.

Contributions mathématiques à la théorie de l'E. (*K. Pearson et ses élèves*), **8**, 482, 638; **9**, 696, 728; **10**, 797, 838. — E. individuelle et hérédité (*F. Le Dantec*), **9**, 547.

FORME. — Sur les F. des êtres vivants (*Ch. Weyher*), **14**, 234, 299.

GÉNÉRATION. — La G. spontanée (*Ch. Richet*), **15**, 404.

GÉNÉTIQUE. — La 4e Conférence internationale de G. (*H. Blin*), **22**, 824.

HÉRÉDITÉ. — L'H., clef des phénomènes biologiques (*F. Le Dantec*), **11**, 731, 798. — Les rech. expérimentales sur l'H. mendélienne (*L. Cuénot*), **15**, 303. — Les croisements et l'H. des caractères (loi de Mendel) (*P. Meyer*), **19**, 27. — Les principes de l'H. mendélienne et leurs fondements cytologiques (*F. Péchoutre*), **23**, 613.

Contributions expérimentales à la théorie de l'H. 1° Télégonie (*J. C. Ewart*), **10**, 929. — L'H. des caractères mentaux chez l'homme (*K. Pearson*), **13**, 110; **14**, 162. — Rech. expérimentales sur l'H. chez les vers à soie, **14**, 680. — Le problème de l'H. des caractères acquis (*R. Semon*), **24**, 75.

LIMNOBIOLOGIE. — Les résultats et les méthodes des recherches limnobiologiques en Danemark : l'œuvre de Wesenberg-Lund (*P. de Beauchamp*), **21**, 540.

MUTATION. — Les idées nouv. sur l'origine des espèces par M. (*L. Cuénot*), **19**, 860.

OEUF. — La maturation de l'O. (*F. Le Dantec*), **13**, 290. — L'influence du milieu extérieur sur l'O. Parthéno-

génèses expérimentale et naturelle (*G. Bohn*), **15**, 242; (*C. Viguier*), **15**, 475.

L'ovulase et le développement des O. vierges (*J. B. Piéri*), **15**, 630.

Organisme. — Les systèmes biochimiques et leur rôle dans le développement de l'O. (*W. Bechterew*), **25**, 770.

Parthénogénèse. — La P. expérimentale des Amphibiens (*E. Bataillon*), **22**, 786.

La P. expérimentale (*J. Loeb*), **11**, 568. — Nouv. expériences sur la P. provoquée (*J. Loeb*), **11**, 1295. — La P. provoquée chez les Echinodermes (*Y. Delage*) **12**, 992. — La P. artificielle (*J. Loeb*), **21**, 658; **23**, 448. — L. P. naturelle et expérimentale (*Y. Delage* et *M. Goldsmith*), **25**, 492.

Plankton. — A propos du P. (*J. Thoulet*), **4**, 16. — L'étude du P. dans les eaux françaises (*J. Thoulet*), **12**, 41.

Sensibilité. — S. végétale et animale (*J. Soury*), **10**, 342.

Sexualité. — Evolution des idées générales sur la S. (*G. Loisel*), **16**, 10, 65.

Statistique. — La S. biologique et la revue *Biometrika* (*A. Prenant*), **13**, 598. — La S. des espèces vivantes (*L. Germain*), **14**, 1129.

Transformisme. — La nouvelle théorie transformiste : Jäger, Galton, Nussbaum et Weissmann (*L. Cuénot*), **5**, 74. — Les radiations et le T. (*Ch. Ed. Guillaume*), **10**, 185. — L'évolution des théories transformistes (*L. Cuénot*), **12**, 264.

Variation. — Les mécanismes moléculaires de la V. des races et des espèces (*A. Gautier*), **12**, 1046. — La Variabilité des êtres et l'évolution (*E.-L. Bouvier*), **23**, 653, 690.

Vie. — Les manifestations de la V. dérivent-elles toutes des forces matérielles? (*A. Gautier*), **8**, 291. — Etat de nos conceptions sur le mécanisme de la vie (*A. Gautier*), **11**, 571. — La V. depuis les phénomènes de l'assimilation jusqu'à ceux de la conscience (*A. Gautier*), **13**, 558. — Le radium peut-il donner la V. (*W. Ramsay*), **16**, 801. — La V. latente (*P. Becquerel*), **25**, 559.

Théorie nouvelle de la V. (*F. Le Dantec*), **7**, 837. — Les problèmes de la V. (*E. Giglio-Tos*), **12**, 238; **15**, 563; **18**, 40.

XVI. — Botanique et Agronomie.

Agave. — Le crin de Tampico et la culture des A. en Algérie (*Trabut*), **12**, 233.

Agriculture. — Le rôle de la Science dans l'évolution de l'A. (*F. Convert*), **6**, 57. — L'A. et les industries agricoles aux Antilles françaises (*H. Lecomte*), **13**, 611.

L'A. danoise et ses progrès (*Tisserand*), **19**, 639. — Nombres index exprimant l'aléa de la production agricole en France (*E. Gain*), **25**, 47.

Agronomie. — Revue annuelle d'A. (*P. P. Dehérain*), **2**, 817; **3**, 789; **4**, 730; **5**, 867; **6**, 1008; **8**, 65; **9**, 150; **10**, 63; **11**, 82; **13**, 152 (*D. Zolla*), **18**, 319; **19**, 577; **20**, 631; **21**, 779; **22**, 878; **23**, 704; **24**, 730.

Les Cartes agronomiques (*A. Hébert*), **4**, 286. — Les Cartes agronomiques communales (*A. Carnot*), **7**, 766.

Algues. — Les A. du plankton (*L. Mangin*), **19**, 642.

Développement et classification de quelques A. vertes (*Fr. Gay*), **2**, 383. — Rech. sur la végétation de quelques A. d'eau douce (*R. Bouilhac*), **11**, 154. — Les A. alimentaires d'Extrême-Orient (*F. Guéguen*), **22**, 860.

Alimentation. — L'humus et l'A. carbonée de la Cellule végétale (*P. Mazé*), **16**, 152, 205.

Araliacées. — Rech. sur l'embryogénie des A. (*L. Ducamp*), **13**, 1203.

Araucariées. — Introduction et culture des A. dans les colonies françaises tropicales (*E. Heckel*), **9**, 354.

Assimilation. — A. des sels minéraux par la plante verte (*Schimper*), **2**, 424. — Rech. sur l'A. et la respiration chez les végétaux (*F. Blackman*), **6**, 251; **16**, 790; **22**, 348. — La diffusion statique des gaz et des liquides et sa relation avec l'A. du carbone et son déplacement dans les plantes (*H. T. Brown* et *F. Escombe*), **11**, 1202. — L'A. de CO par les plantes vertes (*W. B. Bottomley* et *H. Jackson*), **14**, 1013. — Mécanisme de l'A. du carbone dans les plantes vertes (*F. L. Usher* et *J. H. Priestley*), **17**, 955. — Une théorie thermochimique de l'A. (*J. Fischer*), **18**, 180.

Azote. — La fixation directe de l'A. atmosphérique sur la terre végétale et sur les plantes (*P. Sabatier*), **4**, 135.

Bacille. — Expériences sur l'action de la lumière sur le *B. anthracis* (*M. Ward*), **4**, 59.

Bactériacées. — Morphologie et développement des B. (*A. Billet*), **2**, 21.

Bactérie. — Les expériences de M. Beyerinck sur les B. lumineuses et leur nutrition (*J. van Breda de Haan*), **2**, 81. — Idées nouvelles sur la structure, le développement et la reproduction des B. (*E. Metchnikoff*), **2**, 211. — Voir Microbe.

Action de la lumière sur les B. (*M. Ward*), **5**, 94. — La réduction des sulfates par le *B. desulfuricans* (*M. Beyerinck*), **5**, 840. — Influence de la température de l'air liquide sur les B. (*A. Macfadyen* et *S. Rowland*), **11**, 992. — Etude biochimique de la B. du sorbose (*G. Bertrand*), **15**, 706. — Le méthane comme nutrition carbonée et source d'énergie pour les B. (*N. L. Sohngen*), **16**, 1015. — Action des décharges électriques de haut potentiel et de fréquence rapide sur les B. (*A. Fowlerton* et *A. M. Kellas*), **17**, 761. — Le mécanisme de la dénitrification chez les B. dénitrifiantes indirectes (*L. Grimbert*), **20**, 832.

Bactériologie. — L'espèce et le polymorphisme en B. (*L. Guignard*), **5**, 841.

Bananier. — La culture du B. et le commerce des bananes (*A. Hébert*), **8**, 837.

Betterave. — Etat actuel de la culture de la B. en France (*A. Larbalétrier* et *L. Malpeaux*), **7**, 633, 675.

La Station expérimentale de Biticulture à Rovigo (*H. Rousset*), **24**, 872. — Comment se forme le sucre dans la B. (*H. Rousset*), **25**, 288. — Le développement de la B. à sucre pendant la végétation, **25**, 505.

Black-rot. — La lutte actuelle contre le B. r. (*D. Zolla*), **7**, 799.

Blastomycètes. — Les B. pathogènes (*P. Vuillemin*), **12**, 732.

Blé. — La culture du B. en France (*P. P. Dehérain*), **13**, 763.

La production et le commerce du B. dans le monde (*P. Clerget*), **24**, 256.

Bois. — L'étude des B. de la Côte d'Ivoire et leur utilisation industrielle (*G. Regelsperger*), **21**, 969. — Les B. de sciage à Madagascar (*H. Jumelle* et *H. Perrier de la Bathie*), **23**, 261. — Les B. de cercueil au Tonkin (*H. Jumelle*), **24**, 172.

Botanique. — Revue annuelle de B. (*L. Mangin*), **1**, 236; **2**, 255; **3**, 367; **4**, 179; **5**, 450; **7**, 439; **9**, 574 (*F. Péchoutre*), **11**, 1046; **13**, 250; **15**, 859; **18**, 234; **22**, 160.

Cacaoyer. — La culture du C. dans les colonies françaises (*H. Lecomte*), **8**, 468.

Conservation de la faculté germinative des graines de C. (*C. Chalot*), **10**, 127. — La production et la consommation du Cacao (*P. Clerget*), **18**, 53.

Caféier. — Le nouv. caféier de Java (*H. Jumelle*), **24**, 217.

Caoutchouc. — L'exploitation et la culture des plantes à C. (*E. de Wildeman*), **22**, 32.

Les cultures de C. coloniales (*E. Heckel*), **9**, 263. — Sur les Lianes à C. exploitées en Casamance (*H. Jumelle*), **9**, 767. — Sur l'acclimation du *Castilloa elastica*, arbre à C., dans les colonies françaises (*H. Jumelle*), **9**, 839. — La production du C. (*A. Le Chatelier*), **10**, 300. — Les producteurs laticifères dans le bassin de l'Ogooué (*J. Bouyssou*), **10**, 828. — Origine botanique des C. et des gutta-perchas (*P. Grélot*), **10**, 879. — La question du C. (*P. Clerget*), **17**, 352.

Cellier. — Les grands C. du Bas-Languedoc (*A. de Saporta*), **4**, 791.

Céréales. — Contrib. à l'étude des C. : le blé, l'orge et le seigle à l'état sauvage (*L. Lutz*), **20**, 801.

Chalazogames. — Les C. de M. Treub (*P. Vuillemin*), **3**, 22.

Champignon. — La culture du C. de couche (*Ch. Répin*), **8**, 705. — La sexualité chez les C. (*L. Mangin*), **9**, 709. — L'évolution sexuelle chez les C. (*P. Vuillemin*), **23**, 222. — Poisons et aliments des C. (*P. Vuillemin*), **25**, 24.

Variations des C. inférieurs sous l'influence du milieu (*J. Ray*), **9**, 158. — Influence de divers milieux chimiques

sur quelques C. du groupe des Dématiées (*L. Planchon*), **11**, 1021. — Etudes sur le polymorphisme des C. Influence du milieu (*J. Beauverie*), **11**, 1285.

Chataigneraie. — L'état actuel des C. en France (*A. Larbalétrier*), **13**, 733.

Chêne. — Le blanc du C. (*P. Vuillemin*), **21**, 812, 883.

Conifères. — Recherches morphologiques sur les feuilles des Conifères (*A. Daguillon*), **1**, 521. — Anatomie comparée du fruit des C. (*M. Radais*), **6**, 789.

Corolle. — La C. envisagée comme réflecteur de la chaleur solaire et comme facteur de la maturation du gamète mâle dans la fleur (*G. Rodillon*), **23**, 804.

Corozo. — L'ivoire végétal ou C., **20**, 437.

Coton. — La culture du C. dans l'Afrique occidentale française (*E. Caustier*), **14**, 299. — La question du C. (*P. Clerget*), **15**, 529. — La production cotonnière mondiale (*F. Godard*), **16**, 667. — La baisse cotonnière et l'Afrique du Nord (*J. Lejeaux*), **23**, 93.

Cryptogames. — Rech. anatomiques sur les C. vasculaires (*G. Poirault*), **6**, 520.

Culture. — La C. rationnelle et les méthodes de Paul Wagner (*Ch. Grière*), **13**, 423.

La C. des plantes en sol stérilisé (*E. J. Russell* et *H. B. Hutchinson*), **21**, 47.

Disciflores. — Rech. sur le développement floral des D. (*L. Beille*), **14**, 831.

Drainage. — Le D. rationnel des terres (*E. Risler* et *G. Wéry*), **4**, 753.

Dry-farming. — Le D.-f. et l'agriculture nord-africaine (*J. Lejeaux*), **23**, 302.

Electroculture. — L'électricité et la végétation : l'E. (*J. Escard*), **24**, 302.

Engrais. — Une nouv. matière fertilisante, le soufre (*H. Rousset*), **22**, 392; **23**, 379. — La production et la consommation des engrais chimiques dans le monde, **24**, 607.

Espèce. — Les E. végétales sociales (*R. Maire*), **10**, 523. — La naissance de nouv. E. végétales (*H. de Vries*), **11**, 1355. — L'origine des E. dans les genres polymorphes (*H. de Vries*), **25**, 187. — E. et variétés (*N. Bernard*, **25**, 506.

Euphorbiacées. — Rech. anatomiques sur les E. (*L. Gaucher*), **13**, 838.

Fécondation. — Les phénomènes morphologiques de la F. chez les Phanérogames (*L. Guignard*), **1**, 403.

Feuille. — Les F. et les lois de leurs formes (*Sir J. Lubbock*), **1**, 535. — Le noircissement post-mortal des F. (*L. Maquenne* et *E. Demoussy*), **21**, 196.

Influence du bord de la mer sur la structure des F. (*Lesage*), **1**, 677. — Sur les F. de quelques monocotylédones aquatiques (*C. Sauvageau*), **2**, 828. — La subordination des caractères de la F. dans le phyllum des *Anthyllis* (*P. Vuillemin*), **4**, 396. — Rech. sur la chute des F. chez les Dicotylédones (*A. Tison*), **13**, 439. — L'échauffement spontané des F. végétales vivantes (*H. Molisch*), **20**, 764.

Fleur. — Rech. physiologiques sur la F. (*G. Curtel*), **11**, 42.

Flore. — La distribution de la F. dans la zone alpine (*P. Jaccard*), **18**, 961.

Forêt. — La F. et les inondations (*P. Buffault*), **21**, 894. — La F., l'alimentation des sources et le régime des cours d'eau (*P. Buffault*), **22**, 841.

La flore forestière de la Nouv. Galles du Sud (*J. H. Maiden*), **21**, 1033.

Fucus. — Fécondation et segmentation des spores des F. (*J. B. Farmer* et *J. D. Williams*), **7**, 888.

Fumée. — Contrib. à l'étude des F. et des poussières industrielles dans leurs rapports avec la végétation (*F. Sabachnikoff*), **25**, 163.

Galle. — Rech. anatomiques sur les G. de tiges : pleurocécidies (*C. Houard*), **15**, 317.

Gamopétales. — Rech. sur le système libéro-ligneux floral des G. bicarpellées (*P. Grélot*), **11**, 651. — Rech. sur le sommet de l'axe dans la fleur des G. (*L. Vidal*), **12**, 492.

Gentianacées. — Anatomie comparée des G. (*E. Perrot*), **11**, 756.

Géographie botanique. — Le rôle de l'expérience en G. b. (*J. Massart*), **23**, 7.

Esquisse de la G. b. de la Belgique (*J. Massart*), **22**, 382.

Géotropisme. — Le problème du G. et la théorie des statolithes (*E. Maigre*), **20**, 215.

Inadmissibilité de la théorie des statolithes pour le G. (*Mlle C. J. Pekelharing*), **21**, 44.

Germination. — Expériences sur la G. (*G. Romanes*), **4**, 783. — Influence des basses températures sur le pouvoir germinatif des graines, **9**, 51. — Influence nocive de traces de cuivre sur la G. des graines (*P. Dehérain* et *E. Demoussy*), **12**, 1097. — La G. des graines sur le mercure (*Ph. van Harreveld*), **14**, 1176.

Glissement. — Le mécanisme du G. dans le règne végétal (*F. W. T. Hunger*), **10**, 950.

Graine. — Rech. sur le développement de la G., en particulier du tégument séminal (*L. Guignard*), **5**, 254. — Essai de détermination de la vitalité des G. par une méthode électrique (*A. D. Waller*), **12**, 940. — Les ferments et la vie latente des G. au repos (*J. White*), **20**, 609.

Graminées. — Sur le développement du tégument séminal et du péricarpe des G. (*P. Guérin*), **11**, 557.

Greffe. — Hybrides de G. et Chimères (*F. Péchoutre*), **22**, 445.

La variation dans la G. et l'hérédité des caractères acquis (*L. Daniel*), **10**, 600. — Les variations spécifiques dans la G. ou hybridation asexuelle (*L. Daniel*), **13**, 595.

Gutta-percha. — Nouv. plantes à gutta-percha, **10**, 757.

Gymnospermes. — Découverte d'anthérozoïdes chez les G. (*B. R.*), **8**, 325.

Héliotropisme. — Expériences sur l'H. (*G. Romanes*), **4**, 820.

Houblon. — Etat actuel de la culture de l'orge de brasserie et du H. en France (*A. Larbalétrier*), **6**, 958.

Jardin. — Le J. d'essai de Libreville (*C. Chalot*), **10**, 187.

Les J. alpins (*G. Regelsperger*), **9**, 924.

Jute. — Production et consommation du J. en 1906 (*P. Clerget*), **19**, 176.

Kola. — Un nouv. faux K. fourni par le N'taba ou N'dimb des nègres du Soudan (*E. Heckel*), **9**, 311. — Les kolatiers et les noix de K. (*Aug. Chevalier* et *E. Perrot*), **23**, 29.

Latex. — Recherches sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées (*G. Chauveaud*), **2**, 650.

Légume. — La production légumière moderne (*J. Dybowski*), **17**, 453.

Lenticelle. — Rech. sur les L. (*H. Devaux*), **12**, 441.

Levure. — Le problème et l'origine des L. (*P. Vuillemin*), **17**, 214. — Les L. sélectionnées (*E. Kayser*), **18**, 827. — Le développement et la phylogénie des L. (*A. Guilliermond*), **22**, 608.

L'utilisation de la L. (*A. Gradenwitz*), **24**, 569.

Liber. — Sur l'origine morphologique du L. interne (*Lamourette*), **2**, 519.

Lotus. — Le poison du L. arabicus (*W. R. Dunstan* et *T. A. Henry*), **11**, 1156; **12**, 938.

Machine. — Les M. agricoles et l'électricité (*E. Guarini*), **14**, 1151.

Mais. — Deux maladies parasitaires du M. (*V. de Laffitte*), **13**, 174.

Maturation. — Rech. sur la M. des fruits charnus (*C. Gerber*), **10**, 118.

Mélobésiée. — Structure anatomique des M.; classification (*Mme P. Lemoine*), **22**, 659.

Microbe. — Action de la lumière sur les M. (*Ledoux-Lebard*), **5**, 446.

Micro-organisme. — M. thermophiles et thermogènes (*A. Ledoux-Lebard*), **3**, 410.

Action du radium sur les M. (*A. B. Green*), **15**, 670.

Mildiou. — La lutte contre l'Oïdium et le M. (*P. Ferrouillat*), **5**, 229.

Moisissure. — Rech. sur une M. nouv., *l'Eurotiopsis Gayoni* (*J. Laborde*), **8**, 846.

Monocotylédones. — Rech. sur les M. à accroissement secondaire (*H. Jacob de Cordemoy*), **6**, 1059.

Morille. — La culture de la M. (*Ch. Répin*), **12**, 595.

Mucorinée. — Rech. sur la structure des M. (*M. Léger*), **7**, 322. — La formation des zygospores chez les M. (*L. Lutz*), **24**, 46.

Mycologie. — Revue annuelle de M. (*P. Vuillemin*), **21**, 432, 473; **22**, 799; **24**, 183.

Mycorhizes. — Les M. (*P. Vuillemin*), **1**, 326.

Myricacées. — Monographie des M. (*A. Chevalier*), **13**, 49.

Myxobactériacées. — Les M. (*P. Vuillemin*), **4**, 501.

Nanisme. — Rech. sur le N. végétal (*P. A. Gauchery*), **10**, 833.

Nœud. — Rech. sur les N. et entre-nœuds de la tige des Dicotylédones (*A. Prunet*), **2**, 794.

NUTRITION. — Rech. sur la N. des végétaux à l'aide de substances azotées de nature organique (*L. Lutz*), **11**, 612. — Absorption par les plantes de quelques sels solubles (*E. Demoussy*), **11**, 1198.

OIDIUM. — La lutte contre l'O. et le Mildiou (*P. Ferrouillat*), **5**, 229.

OLIVIER. — Etat actuel de la culture de l'O. en France (*P. d'Ayguliers*), **9**, 680. — Etat actuel de la culture de l'O. en Algérie (*Trabut*), **12**, 16. — L'industrie oléicole en Algérie (*J. Dugast*), **15**, 505, 547.

ORGE. — Etat actuel de la culture de l'O. de brasserie et du houblon en France (*A. Larbalétrier*), **6**, 958.

PALMIER. — Rech. sur la germination des P. (*C. L. Gatin*), **18**, 251.

PAPAVÉRACÉES. — Rech. sur l'appareil végétatif des P. (*L. J. Léger*), **7**, 421.

PHANÉROGAMES. — Anatomie comparée du tissu conducteur du style et du stigmate chez les P. (*F. Guéguen*), **13**, 743. — La symétrie longitudinale chez les P. (*P. Groom*), **18**, 519.

PHOTOSYNTHÈSE. — Influence de quantités variables de CO^2 dans l'air sur les processus photosynthétiques des feuilles (*H. T. Brown* et *F. Escombe*), **13**, 998.

PLANTES. — Les maladies microbiennes des P. (*P. Vuillemin*), **1**, 728. — La culture industrielle des P. ornementales en Algérie (*C. Rivière*), **7**, 707. — Etat actuel de la culture des P. oléagineuses herbacées en France (*L. Malpeaux*), **8**, 425. — L'action du goudron sur les P. vertes (*M. Mirande*), **22**, 203; (*Ed. Griffon*), **22**, 204; (*C. L. Gatin*), **23**, 420. — La distribution de la température dans les P. vivantes (*G. Dupont*), **24**, 418.

Recherches physiologiques sur les P. grasses (*E. Aubert*), **4**, 116. — Deux P. pour la soif (*E. Laurent*), **13**, 326. — Influence d'un excès de CO^2 dans l'air sur la forme et la structure interne des P. (*J. B. Farmer* et *S. E. Chandler*), **13**, 1046. — Influence des rayons ultra-violets sur les P. (*J. Stoklasa*), **23**, 496.

POMME DE TERRE. — Etat actuel de la culture de la P. de t. en France et à l'étranger (*J. Machat*), **9**, 23; (*A. Hébert*), **9**, 32.

Une interprétation possible des mutations gemmaires des *Solanum* tubérifères, **24**, 334.

POURRIDIÉ. — Le P. de la vigne et des arbres fruitiers (*C. Sauvageau*), **3**, 156.

PRAIRIE. — Etat actuel de la culture des P. naturelles et des pâturages en France (*A. Larbalétrier*), **12**, 836.

PRIMULACÉES. — Anatomie des P. (*E. Decrock*), **13**, 355.

PRODUITS VÉGÉTAUX. — Les P. v. du Congo français (*H. Lecomte*), **5**, 797. — Les P. végétaux à l'Exposition d'Hanoï (*D. Bois*), **14**, 1003.

PRUNE. — Rech. physiologiques sur la P. et méthodes à employer pour l'amélioration de l'industrie prunière en Serbie (*W. Stoykowitch*), **21**, 991.

RACINE. — Sur la nature de l'irritabilité galvanotropique des R. (*J. Ewart* et *J. S. Bayliss*), **17**, 157.

RAMIE. — La Ramie (*H. Lecomte*), **1**, 11.

RESPIRATION. — La R. des plantes vertes (*L. Maquenne*), **16**, 594; (*P. Mazé*), **17**, 783.

Rech. sur l'assimilation et la R. chez les végétaux (*F. Blackman*), **6**, 250; **16**, 790.

ROSACÉES. — Etude du développement de l'ovule et de la graine des R. (*F. Péchoutre*), **14**, 522.

ROUILLE. — D'où vient la R. des céréales (*J. Eriksson*), **11**, 30. — Etat actuel de la question de la propagation des R. (*J. Beauverie*), **23**, 106.

La R. des mauves (*J. Eriksson*), **23**, 904.

ROUISSAGE. — Les bactéries actives dans le R. du lin (*A. van Delden*), **15**, 216.

SAC EMBRYONNAIRE. — Rech. sur le S. e. des plantes grasses (*E. d'Hubert*), **8**, 213.

SÈVE. — La S. ascendante (*J. Vesque*), **2**, 574.

Ascension de la S. dans les arbres (*A. J. Ewart*), **16**, 42. — Le mouvement de la S. dans les plantes (*J. Zylstra*), **21**, 316.

SIMARUBACÉES. — Contribution à l'étude des S. (*F. Jadin*), **12**, 1083.

SOJA. — La question du S. (*P. Clerget*), **22**, 100.

STOMATES. — Structure et fonctions des S. (*L. Mangin*), **1**, 100.

Observations sur les S. (*F. Darwin*), **9**, 874. — Nouv. méthodes permettant de mesurer l'ouverture des S. foliaires (*L. Lutz*), **23**, 839.

TABAC. — Etat actuel de la culture et de l'industrie du T. (*A. Leheup*), **10**, 772.

Séchage et fermentation des feuilles de T. à cigares (*O. Loew*), **10**, 893. — Influence de la fumée de T. sur les plantes (*H. Molisch*), **22**, 144, 823.

TACCACÉES. — Rech. sur l'anatomie de l'appareil végétal des T. et des Dioscorées (*C. Queva*), **6**, 861.

TAGASASTE. — L'acclimatation du T. en Algérie et en Tunisie (*P. Privat-Deschanel*), **8**, 89.

TERRES. — L'épuisement des T. par la culture sans engrais (*P. P. Dehérain*), **2**, 657.

THÉ. — La production et la consommation du T. (*P. Clerget*), **18**, 775.

TRÈFLE. — Etat actuel de la culture du T., de la luzerne et du sainfoin en France (*A. Larbalétrier*), **9**, 614.

TUBÉRISATION. — Infection et T. chez les Végétaux (*N. Bernard*), **13**, 8.

URÉDINÉES. — Rech. histologiques sur la famille des U. (*M. Sappin-Trouffy*), **8**, 601.

VIGNE. — Etudes anatomiques sur les V. et leurs hybrides artificiels (*M. Gard*), **15**, 955.

VINIFICATION. — L'état actuel de la V. en Algérie et Tunisie (*J. Dugast*), **6**, 141. — Etat actuel de la V. en France (*L. Roos*), **6**, 798. — Etat actuel de l'industrie des Vins de Champagne (*J.-A. Cordier*), **10**, 92; (*N.-E. Le Grand*), **10**, 99. — Les nouveautés en V. (*L. Roos*), **10**, 943. — Etat actuel de l'industrie des V. de liqueur (*X. Rocques*), **11**, 195. — La concentration des vins (*X. Rocques*), **14**, 274. — Les maladies microbiennes des vins blancs d'origine champenoise (*J.-A. Cordier*), **17**, 790.

V. rationnelle par l'emploi des levures pures après stérilisation des moûts de raisin (*X. Rocques*), **8**, 87. — La stérilisation et le transport des moûts (*X. Rocques*), **12**, 593.

VITICULTURE. — L'état actuel de la V. en France (*P. Viala*), **4**, 521. — Les applications de la Géologie à la V. (*L. Sémichon*), **4**, 695. — Le Vignoble du Midi au 19e siècle (*M. Bichon*), **11**, 692. — La répartition des Vignobles français (*A. de Saporta*), **22**, 373.

Les traitements arsenicaux en V. (*J. Dugast*), **19**, 384. — Le Congrès viticole de Montpellier (*A. de Saporta*), **22**, 516.

XVII. — Zoologie.

ABEILLE. — Les A. et fleurs (*E.-L. Bouvier*), **15**, 331.

ACTINIES. — Anatomie, histologie et développement des A. (*L. Faurot*), **6**, 757.

ALPHÉIDÉS. — Les A. (*H. Coutière*), **10**, 404.

AMPHARÉTIENS. — Rech. sur les A. (*P. Fauvel*), **8**, 963.

AMPHIBIENS. — Rech sur la métamorphose des A. anoures (*E. Bataillon*), **2**, 553.

ANIMAUX. — Le mécanisme de la complication organique chez les A. (*E. Perrier*), **8**, 327. — L'architecture des A. plantes (*G^t Jourdy*), **24**, 763.

ANNÉLIDES. — Le lobe céphalique et l'encéphale des A. Polychètes (*E.-G. Racovitza*), **7**, 1265. — Rech. sur la régénération chez les A. (*A. Michel*), **10**, 250, 379. — L'appareil digestif des A. Polychètes (*L. Brasil*), **16**, 286.

APHRODITIENS. — Rech. sur les A. (*J.-G. Darboux*), **11**, 906.

APICULTURE. — Etat actuel de l'A. en France (*R. Hommell*), **7**, 8.

ARTHROPODES. — Etude du cerveau chez les A. trachéates (*G. Saint-Rémy*), **1**, 742. — Etude de l'excrétion chez les A. (*L. Bruntz*), **15**, 613.

ASCIDIES. — Etude des A. composées (*M. Caullery*), **6**, 949. — L'œuf des A. est une mosaïque de substances déterminantes d'organes (*Conklin*), **16**, 408.

ASTERINA GIBBOSA. — L'organogénie de l'A. g. (*E.-W. Mac Bride*), **5**, 60.

AUTOTOMIE. — Rech. sur l'A. et la régénération chez divers Arthropodes (*Edm. Bordage*), **16**, 1007. — Quelques observ. nouv. sur l'A. (*H. Piéron*), **23**, 917.

AUTRUCHE. — L'élevage de l'A. dans la colonie du Cap (*P. Clerget*), **19**, 928.

AVICULTURE. — Etat actuel de l'A. en France (*C. Voitellier*), **7**, 734.

BRACHIOPODES. — Les B., leur structure et leur parenté (*L. Joubin*), **1**, 767.
CASTRATION. — La C. parasitaire (*A.-E. Malard*), **2**, 38. — La C. parasitaire et ses conséquences biologiques chez les animaux et les végétaux (*C. Julin*), **5**, 597.
CESTODES. — Développement et relations des C. et des Trématodes (*G. Saint-Rémy*), **3**, 184. — La métamérie et la théorie de la polyzoïcité chez les C. (*V. Ariola*), **13**, 471.
CHEPTEL. — Le C. algérien et ses principales maladies (*L.-G. Seurat*), **23**, 312.
CHEVAL. — Le C. existait-il en Amérique à l'époque de la découverte du nouveau continent? (*E. Trouessart*), **24**, 725.
CHIEN. — Le C. de Mannheim (*A. Gradenwitz*), **25**, 178.
CHRYSOMÉLIDES. — Rech. sur l'œuf et le développement embryonnaire de quelques C. (*A. Lécaillon*), **10**, 363.
CLADOCÈRES. — Le mécanisme des migrations nycthémérales des C. planctoniques (*H. Piéron*), **21**, 229.
COCCIDIES. — Les C. (*F. Le Dantec*), **6**, 775. — C. et paludisme (*F. Mesnil*), **10**, 213, 275.
COPÉPODES. — Les C. du Boulonnais (*E. Canu*), **3**, 718.
CORAUX. — Etude microscopique et systématique des types madréporaires des C. (*M. Ogilvie*), **8**, 317.
CRUSTACÉS. — L'instinct de déguisement et le choix des couleurs chez les C. (*R. Minckiewicz*), **20**, 106. — Les C. marins comestibles (*E.-L. Bouvier*), **20**, 803.
Rech. sur l'appareil excréteur des C. décapodes (*P. Marchal*), **3**, 685. — Les mécanismes respiratoires des C. décapodes (*G. Bohn*), **13**, 647.
ECHINODERMES. — Les idées nouvelles sur les E. (*R. Koehler*), **2**, 102.
EPONGES. — Etat actuel de la biologie et de l'industrie des E. (*Y. Delage*), **9**, 733; (*J. Godefroy*), **9**, 776.
EXPÉDITION. — L'E. scientifique de l'*Albatros* (*E.-L. Bouvier*), **2**, 744.
FAUNE. — La F. pélagique (*C. Viguier*), **1**, 433, 482. — Les conditions d'existence des organismes pélagiques (*R. Koehler*), **3**, 77. — La F. souterraine (*A. Viré*), **8**, 991. — La F. pélagique des Invertébrés; la mer des Sargasses et sa F. (*E. Bouvier*), **17**, 354. — La F. bathypélagique et la F. des grands fonds (*E. Bouvier*), **17**, 490.
La F. des cadavres (*P. Mégnin*), **5**, 834.
FÉCONDATION. — L'équivalence des deux sexes dans la F. (*F. Le Dantec*), **10**, 854.
L'insémination artificielle des Mammifères et la F. ou imprégnation des ovules ainsi obtenue (*W. Heape*), **8**, 849.
FORAMINIFÈRE. — La distribution des F. pélagiques à la surface et au fond de l'océan (*Ph. Glangeaud*), **9**, 490.
FOURMI. — La genèse des instincts esclavagistes et parasitaires chez les F. (*H. Piéron*), **21**, 726, 769, 803.
Les F. de l'Himalaya (*E. Fleury*), **18**, 265. — La F. rouge de Ceylan (*E. Bugnion*), **20**, 940.
GASTÉROPODES. — Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches (*F. Bernard*), **2**, 87. — Rech. sur les centres nerveux des G. (*B. de Nabias*), **6**, 826. — La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les G. (*M. Amaudrut*), **10**, 198. — Etude des G. opistobranches (*J. Guiart*), **12**, 1084.
GRÉGARINES. — Rech. sur les G. (*L. Léger*), **3**, 558.
GRENOUILLE. — Histogenèse de la glande génitale femelle chez la G. *Rana temporaria* (*M. Bouin*), **12**, 634.
HÉTÉROMORPHOSE. — L'H. en zoologie (*A. Labbé*), **8**, 589.
HOLOTHURIES. — Recherches sur les H. des Côtes de France (*Ed. Hérouard*), **2**, 22.
HOMARD. — La culture et l'élevage du H. dans les îles Kviting's en Norvège (*G. Loisel*), **24**, 381.
HOMME. — L'H. est-il simple, double ou multiple (*C. Sabatier*), **19**, 358.
HYMÉNOPTÈRES. — Appareil glandulaire des H. (*H. Bordas*), **6**, 639. — Etude des H. entomophages (*L. G. Seurat*), **10**, 639.
ICHTYOPSIDÉS. — Etude du tissu lymphoïde des I. (*A. Drzewina*), **17**, 340.
INDIVIDU. — Les ancêtres et le développement de l'I. (*L. Cuénot*), **3**, 326.
INSECTES. — Les I. vésicants (*H. Beauregard*), **1**, 70. — Les facultés psychiques des I. (*A. Forel*), **13**, 120.
Morphologie de l'armature génitale des I. (*S. A. Peytoureau*), **6**, 862. — Etude du système nerveux sous-intestinal des I. (*A. Binet*), **6**, 900. — Sur le choix des couleurs par les I. (*Plateau*), **11**, 417; (*A. Forel*), **12**, 352. — La destruction des I. des livres, **13**, 799. — Les I. ennemis des livres (*C. Houlbert*), **14**, 1117.
INVERTÉBRÉS. — L'évolution des leucocytes et du tissu lymphoïde des I. (*M. Kollmann*), **19**, 746.
Rech. sur les ferments protéolytiques des I. (*J. Sellier*), **22**, 738.
IVOIRE. — Etat actuel du trafic et de l'industrie de l'I. (*E. Caustier*), **8**, 809.
JARDIN ZOOLOGIQUE. — Les J. Z. à l'Etranger (*G. Loisel*), **18**, 736; **19**, 520; **20**, 481.
LAINE. — La production et la consommation de la L. (*P. Clerget*), **19**, 641.
LAMELLIBRANCHES. — Recherches sur la circulation des L. marins (*A. Ménégaux*), **2**, 272.
LANGOUSTE. — Les L. des côtes de Madagascar (*A. Gruvel*), **25**, 711.
LEPADOGASTER. — Recherches sur les Lepadogasters (*F. Guitel*), **1**, 24.
LOMBRICIDE. — Etudes sur l'anatomie comparée des L. (*Ed. de Ribaucourt*), **12**, 586.
MAMMIFÈRE. — Observations sur les M. du Thibet (*A. Milne-Edwards*), **3**, 670.
MÉTAMÉRIE. — La M. céphalique (*A. Prenant*), **1**, 593.
MÉTAMORPHOSE. — Observations sur les M. internes de la guêpe et de l'abeille (*J. Anglas*), **12**, 193. — Contribution à l'étude des M. (*Ch. Pérez*), **13**, 743.
MOLLUSQUES. — La formation et l'accroissement de la coquille des M. (*R. Moynier de Villepoix*), **4**, 431.
MOUCHE. — La biologie et l'histoire des M. tsé-tsé (*E. Roubaud*), **20**, 916. — La lutte contre les M. (*L. Vaillard*), **24**, 352.
MYXOSPORIDIES. — Les M. (*F. Le Dantec*), **6**, 1082.
NAUTILUS. — L'œuf du N. macromphallus (*A. Willey*), **8**, 761.
NÉMATOCYTE. — Les N. des Æolides (*G. Grosvenor*), **15**, 212.
NÉMATODES. — Comparaison de l'ovogénèse et de la spermatogénèse chez les N. (*O. Hertwig*), **3**, 97. — Rech. sur l'organisation et le développement des N. (*L. Jammes*), **6**, 602. — Hermaphroditisme et parthénogenèse chez les N. (*Maupas*), **12**, 204. — Contributions à l'embryologie des N. (*A. Conte*), **13**, 891.
NÉO-LAMARCKISME. — Le N.-L. en Amérique (*H. Priem*), **2**, 445.
ŒIL. — Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux (*M. Caullery*), **16**, 324.
ŒUF. — L'OE. de poule: sa conservation par le froid (*F. Lescardé*), **21**, 352.
OISEAUX. — Les réservoirs aériens d'origine pulmonaire chez les O. (*G. Roché*), **2**, 829. — Sur le pneumogastrique des O. (*E. Couvreur*), **3**, 652. — Les Cæcums des O. (*J. Maumus*), **13**, 1103. — La photographie des O. en liberté et les mœurs du jeune coucou (*A. Burdet*), **21**, 719. — La lutte pour la vie chez les petits O. (*L. Lapicque*), **22**, 351. — Rech. sur le poumon des O. (*A. Juillet*), **23**, 600.
OPHIDIENS. — Vertèbres et cœurs lymphatiques des Ophidiens (*A. Cligny*), **10**, 834.
OSTRÉICULTURE. — L'O. dans le Morbihan (*L. Joubin*), **18**, 65.
PAPILLON. — Rech. sur les mécanismes de la variation chez les P. (*A. Pictet*), **24**, 179.
Le déterminisme des couleurs sexuelles chez les P., **11**, 768. — Production expérim. de variétés de P. (*Standfuss*), **11**, 1120.
PARASITES. — Le parasitisme dans le règne animal (*G. Saint-Rémy*), **14**, 778.
Rech. sur les P. endoglobulaires du sang des Vertébrés (*A. Labbé*), **5**, 694.
PARC. — Le nouv. P. zoologique de New-York (*M. Allorge*), **16**, 544.
PÊCHE. — Les principes scientifiques des grandes P. (*J. Thoulet*), **1**, 137. — L'organisation de la grande P. française sur la côte du Sahara (*G. Roché*), **3**, 729. — L'état actuel de l'industrie française des P. maritimes (*G. Roché*), **6**, 109. — Les P. de l'Afrique occidentale

française (*A. Gruvel*), **22**, 150. — Les campagnes d'hiver des pêcheurs bretons sur les côtes de Mauritanie (*A. Gruvel*), **24**, 14. — L'industrie de la P. au Maroc (*A. Gruvel*), **25**, 347. — L'industrie des P. dans la Mer du Nord (*C. Vallaux*), **25**, 433. — V. Thon.

Les P. d'huîtres perlières du golfe de Manaar (*W.-A. (Herdmann)*), **15**, 1100. — Les P. de Terre-neuve en 1906 (*P. Clerget*), **19**, 216.

Perle. — La formation de la P. fine (*L. Diguet*), **10**, 572.

Phasmes. — Rech. sur la biologie et l'anatomie des P. (*R. de Sinéty*), **13**, 396.

Phototropisme. — Le renversement expérimental du P. (*H. Piéron*), **23**, 380.

Phyllodociens. — Rech. sur les P. (*Ch. Gravier*), **8**, 516.

Pingouin. — La vie et les mœurs du P. Adélie (*L. Gain*), **23**, 429.

Pisciculture. — Etat actuel de la P. marine (*W. Fulton*), **7**, 237.

Traité de la P. et des pêches (*L. Roule*), **25**, 570.

Poisson. — Les époques de ponte des P. en rivière et en eau dormante (*P. Huet*), **17**, 817. — Carènes et P.; stabilisation par les nageoires (*F. Houssay*), **20**, 617. — Nouv. expériences sur la forme et la stabilité des P. (*F. Houssay*), **20**, 943.

Sur la coloration de la peau des P., en particulier des Pleuronectides (*Cunningham* et *Mac Munn*), **4**, 302. — Evolution de la colonne vertébrale des P. (*H. Gadow*), **5**, 884. — Rech. histologiques sur la structure du tissu osseux des P. (*P. Stephan*), **12**, 493. — Rech. sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les P. (*E. Catois*), **12**, 813. — Rech. sur les P. lophobranches (*A. Huot*), **13**, 838. — La survie des têtes de P. (*A. Kouliabko*), **18**, 815. — Un P. caméléon, le *Mesonauta insignis* H. (*J. Pellegrin*), **23**, 5. — Un P. d'aquarium amphibie, le Périophthalme (*J. Pellegrin*), **24**, 3. — P. intéressants du marché de Paris (*J. Pellegrin*), **24**, 132.

Porc. — Etat actuel de l'élevage du P. en France (*A. Larbalétrier*), **8**, 618.

Protistologie. — La P.; histoire, récents progrès (*E. Fauré-Frémiet*), **19**, 313.

Pupipare. — Contrib. à l'étude des P. (*Em. Massonat*), **21**, 447.

Renard. — L'élevage du R. à fourrures, **21**, 632.

Rongeurs. — Le placenta des R. (*M. Duval*), **2**, 87.

Salmonides. — La furonculose des S. (*R. de Drouin de Bouville* et *L. Mercier*), **21**, 1006.

Sardine. — La crise sardinière et les sciences biologiques marines (*G. Roché*), **4**, 308. — Le régime de la S., programme pour le déterminer (*Fabre-Domergue*), **7**, 429.

Sauterelle. — La lutte contre les S. dans l'Afrique du Sud, **22**, 556. — La destruction des S. dans la République argentine, **23**, 215.

Serpent. — Le grand S. de mer (*Oudemans*), **14**, 412.

Sexe. — La détermination du S. (*L. Cuénot*), **7**, 476.

Sexualité. — Les éléments de la S. chez les animaux (*L. Roule*), **3**, 443.

Soie. — L'industrie française de la S. devant la concurrence internationale (*P. Clerget*), **16**, 1069.

Sole. — Développement de la S. (*Fabre-Domergue* et *Biétrix*), **16**, 387.

Spongiaires. — Les récents travaux sur les S. (*F. Bernard*), **1**, 668. — Voir Eponge.

Etude de la nutrition chez les S. (*J. Cotte*), **15**, 360. — Etude de physiologie appliquée à la spongiculture sur les côtes de Tunisie (*A. Allemand*), **18**, 1024.

Syllidiens. — Rech. sur les S. (*A. Malaquin*), **5**, 128.

Tardigrades. — Etude anatomique et biologique des T. (*D. Lance*), **7**, 924.

Taupe. — Les T. et les taupinières (*L. E. Adams*), **21**, 411.

Tétrarhynques. — Rech. sur les T. (*A. Vaullegeard*), **11**, 105.

Thon. — La biologie et la pêche du T. dans la Méditerranée occidentale (*L. Roule*), **25**, 808.

Trématodes. — Développement et relations des Cestodes et des T. (*G. Saint-Rémy*), **3**, 184.

Tuniciers. — Recherches sur les T. (*F. Lahille*), **2**, 794.

Vertébrés. — L'origine des V. (*Edm. Perrier*), **9**, 601. — Les V. de surface (*E. Bouvier*), **17**, 263.

Etude des dérivés branchiaux chez les V. supérieurs (*P. Verdun*), **9**, 586. — Les caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les V. (*R. Anthony*), **24**, 161.

Viande. — Les conserves de V. destinées aux Administrations de la Guerre et de la Marine (*X. Rocques*), **8**, 404. — La production du bétail français et la consommation de la V. (*P. Clerget*), **16**, 879.

Zoologie. — Revue annuelle de Z. (*H. Beauregard*), **1**, 370; **2**, 332; **3**, 278; **4**, 250; (*R. Kœhler*), **5**, 202; **6**, 271; **7**, 213; **8**, 266; **9**, 332; **10**, 238; (*L. Roule*), **11**, 598; (*R. Kœhler*), **12**, 180; **13**, 344; (*M. Caullery* et *F. Mesnil*), **14**, 608; **15**, 594; **17**, 34, 83; **18**, 833; **20**, 845, 877.

Revue de Z. générale (*M. Caullery*), **23**, 353, 395.

Revue de Z. : Reptiles, Batraciens, Poissons (*L. Roule*), **23**, 934; Mollusques et Tuniciers (*Ed. Lamy*), **24**, 852; Vers (*Ch. Gravier*), **25**, 149.

Le Congrès de Z. de Moscou (1892) (*R. Blanchard*), **3**, 677. — Le 5e Congrès international de Zoologie (Berlin, 1901), **12**, 846. — Le 6e Congrès internat. de Zoologie (Berne, 1904) *M. Caullery* et *F. Mesnil*), **15**, 895.

XVIII. — Anatomie et Physiologie.

Acapnie. — L'A. et le mal des montagnes (*A. Mosso*), **10**, 178.

Travaux du Laboratoire du Mont-Rose sur l'A. (*A. Mosso*), **17**, 48; **19**, 412.

Accomodation. — Le mécanisme de l'A. (*M. Tscherning*), **5**, 80, 661.

Adrénaline. — L'A., son action physiologique et ses applications thérapeutiques (*J. Meurice*), **16**, 1045.

Aliment. — Les A. de première nécessité (*A. Gautier*), **3**, 433. — La chimie dans l'alimentation de la petite enfance (*F. Soxhlet*), **5**, 713. — La valeur alimentaire des albumoses et des extraits de viande (*R. Romme*), **10**, 383. — Etat actuel de l'industrie des conserves alimentaires en France (*X. Rocques*), **12**, 699, 751. — L'alcool et sa valeur alimentaire (*L. Roos* et *E. Hédon*), **14**, 671. — Le calcul des rations et des substitutions alimentaires (*E. Rabaté*), **15**, 185. — Les A. de l'homme (*J. Alquier*), **18**, 356, 406.

Nouv. rech. sur l'utilisation de l'avoine dans l'alimentation humaine, en particulier celle du soldat (*H. Blin*), **25**, 731.

Anaphylaxie. — L'A. (*R. Romme*), **20**, 530. — Sur le mécanisme de l'A. (*J. E. Abelous*), **24**, 760.

Sur l'hypnotoxine des Cœlentérés et son action anaphylactique (*Portier* et *Richet*), **13**, 281. — Injections répétées de sérum de cheval chez le lapin (*M. Arthus*), **14**, 692. — A. et immunité (*M. Arthus*), **23**, 420.

Anatomie. — Revue annuelle d'A. (*H. Beauregard*), **5**, 618; **6**, 847; **7**, 715; **8**, 669; **9**, 784; **10**, 869; (*E. Laguesse*), **11**, 1184; **12**, 1020; **13**, 1088; **14**, 1101; **15**, 1082; **16**, 1095; **17**, 1062; **18**, 968; **19**, 986; **20**, 1.001; **22**, 70; **23**, 67; **25**, 259.

Anencéphale. — La vie biologique d'un A. (*N. Vaschide* et *Cl. Vurpas*), **12**, 373.

Aorte. — La terminaison postérieure de l'A. et les artères iliaques (*Yung* et *Robinson*), **9**, 305.

Apnée. — A. et polypnée adrénaliniques (*L. Garrelon* et *J. P. Langlois*), **24**, 546.

Atone dermique. — Sur la fonction et la structure des A. d. du torse (*C. Winckler* et *G. van Rynberk*), **12**, 1152; **13**, 172, 403; **15**, 51, 164; **16**, 1016.

Audition. — L'A. colorée (*J. Clavière*), **11**, 975. — Les idées actuelles sur l'A. (*P. Bonnier*), **20**, 324.

L'A. colorée (*J. Millet*), **3**, 831. — Des phénomènes de synopsie (A. colorée) (*Th. Flournoy*), **5**, 88. — A. colorée et phénomènes connexes observés chez les écoliers (*A. Lemaître*), **12**, 547.

Bile. — Nouv. études sur la B. (*Bruno*), **12**, 60. — Les fonctions de la B. comme solvant (*B. Moore* et *W.-H. Parker*), **12**, 859. — Sécrétion physiologique de la B. et du suc intestinal, **15**, 372.

Bioénergétique. — La B. générale (*J. Lefèvre*), **23**, 187. — La B. musculaire (*J. Lefèvre*), **23**, 747.

Capsule surrénale. — Rech. sur les C. s. (*A. Pettit*), **7**, 883.

Le mécanisme naturel pour évoquer la S. chimique de l'estomac (*Edkins* et *Tweedy*), **20**, 195.

SENSATIONS. — Nouvelle théorie du mécanisme des S. lumineuses (*R. Dubois*), **1**, 198. — L'origine et le mécanisme des différentes sortes de S. lumineuses (*A. Charpentier*), **9**, 530. — Les signaux optiques (*A. Broca*), **13**, 241.

Le sens lumineux et le sens des formes (*A. Broca* et *D. Sulzer*), **14**, 792.

SENSIBILITÉ. — La localisation cérébrale de la S. générale (*J. Soury*), **5**, 274.

Les voies de la S. dolorifique et calorifique dans la moelle (*Ed. Berthelot*), **17**, 680.

SÉRUM. — Les S. précipitants, **12**, 205. — De la double spécificité des S. précipitants, **12**, 730. — Le S. antithyroïdien (*J. Demoor* et *A. van Lint*), **15**, 56.

SOMMEIL. — Le problème physiologique du S. (*H. Piéron*), **25**, 83.

SON. — L'orientation des sons, l'espace auditif et l'évolution de la représentation spatiale de l'univers chez les êtres organisés (*Ch. Salomon*), **24**, 264.

SPERMATOZOÏDES. — L'irritabilité des S. et les causes de leur pénétration dans l'œuf (*J. Massart*), **2**, 504. — Les idées nouvelles sur l'origine et la formation des S. (*A. Prenant*), **2**, 625.

SPERMINE. — La S., son rôle physiologique et thérapeutique (*A. Poehl*), **4**, 504.

SUC. — La sécrétion du S. gastrique et du S. pancréatique (*M. Arthus*), **10**, 498.

Le S. intestinal de l'homme (*E. Hekma*), **13**, 448. — Le S. pancréatique (*Delezenne* et *Frouin*), **13**, 709. — Sécrétion physiologique de la bile et du S. intestinal, **15**, 372. — Sur le S. pylorique (*A. J. Schemiakine*), **16**, 47.

SUCRE. — Effet de l'injection du sucre dans les veines (*V. Harley*), **4**, 552. — Le S. comme aliment dans la production du travail musculaire (*V. Harley*), **5**, 62. — Influence des injections intraveineuses de sucre sur les gaz du sang (*V. Harley*), **5**, 698. — L'utilisation du S. dans la nutrition (*M. Brocart*), **13**, 944.

SURMENAGE. — Le S. des musiciens (*Zabludowski*), **16**, 47.

SYSTÈME NERVEUX. — Les nouv. idées sur la structure du S. n. (*S. Ramon y Cajal*), **5**, 141. — Les théories du S. n. (*A. Prenant*), **11**, 13, 69. — Réflexions et question d'un physicien sur le S. n. (*M. Brillouin*), **11**, 172. — Réflexions sur le S. n. (*G. Weiss*), **11**, 227. — Le S. n. et la chimie animale (*J. P. Morat*), **11**, 237. — Cellule nerveuse et S. n. (*J. P. Morat*), **11**, 720. — Voir aussi NERF.

Anatomie du S. n. grand sympathique des Elasmobranches et des Poissons osseux (*R. Chevrel*), **1**, 277. — Sur la double conduction ou conduction antidrome dans le S. n. central (*C. S. Sherrington*), **8**, 802.

TÉGUMENTS. — Rech. sur les colorations tégumentaires (*A. H. Mandoul*), **15**, 748.

TENSION SUPERFICIELLE. — Rôle de la T. s. dans les organismes (*E. Traube*), **16**, 42.

TÉRATOLOGIE. — Essai de T.; embryologie des poulets omphalocéphales (*Et. Rabaud*), **9**, 431.

THYROÏDE. — Les découvertes récentes sur la fonction thyroïdienne (*A. Chassevant*), **7**, 813. — Relations actuelles entre la physiologie et la pathologie de la glande t. (*E. Gley*), **9**, 13.

Appareil thyroïdien et sels de calcium (*A. Frouin*), **20**, 833.

TISSU. — Les T. de remplacement (*J. Anglas*), **15**, 968, **1031**. — Le sort des T. cultivés en dehors de l'organisme (*Ch. Champy*), **24**, 790.

Formation et évolution des éléments du T. élastique (*G. Loisel*) **8**, 631. — Mesure du liquide tissulaire chez l'homme (*G. Oliver*), **14**, 1068.

TOXICITÉ. — La T. du chlorure de sodium pur (*J. Loeb*), **11**, 266.

TRAVAIL. — Les méthodes de laboratoire appliquées à l'étude directe et pratique des questions ouvrières (*A. Imbert*), **22**, 478.

URÉE. — Idées actuelles sur la formation de l'U. dans l'organisme animal (*M. Kaufmann*), **5**, 521.

VENIN. — Etat actuel de nos connaissances sur les V. (*C. Phisalix*), **7**, 185. — Les V. considérés dans leurs rapports avec la Biologie générale et la Pathologie comparée (*C. Phisalix*), **14**, 1250. — Les V. (*M. Arthus*), **25**, 99.

Rech. sur les glandes à V. de la salamandre terrestre (*Mme Phisalix*), **11**, 1109. — Action physiologique et antidotes des V. de la couleuvre et de la vipère (*L. Rogers*), **15**, 211. — Action des V. des serpents de mer (*T. R. Fraser* et *R. H. Elliot*), **15**, 794. — Action du V. du *Bungarus cœruleus* (*R. H. Elliot*,...), **15**, 835. — V. de cobra et curare (*M. Arthus*), **21**, 501. — Immunité naturelle de quelques animaux à sang chaud contre le V. de la vipère (*G. Billard*), **21**, 1004.

VISÉE. — Le mécanisme oculaire de la V. (*E. Sulzer*), **13**, 96.

VISION. — Le théorie chimique de la V. (*G. Weiss*), **6**, 253.

Causes de variation de l'acuité visuelle (*A. Broca*), **12**, 197. — La perception des mouvements minimes (*Ad. Basler*), **18**, 651.

VOIX. — Les moyens de culture physique de la V. (*J. Glover*), **18**, 578.

XIPHOPAGE. — Rech. expérimentales sur un X. (*Vaschide*, *Vurpas* et *Piéron*), **13**, 366.

XIX. — Anthropologie et Ethnographie.

ANTHROPOLOGIE. — Le Congrès d'A. criminelle de Bruxelles (1892) (*P. Héger*), **3**, 658.

ASIE. — Les types humains inférieurs du S. E. de l'A. (*F. Sarasin*), **19**, 303.

BIRMANIE. — Les tribus de la Haute B. et la politique ethnographique de l'Administration britannique (*J. Chailley*), **18**, 435.

BOERS. — Les B. et les races de l'Afrique australe (*R. Verneau*), **10**, 895.

COOLIE. — Le C. japonais (*F. Weisgerber*), **16**, 495.

DAHOMÉENS. — Les D. (*J. Deniker*), **2**, 374.

DANEMARK. — Contrib. à l'anthropologie du D., **20**, 321; **21**, 709; **23**, 830.

ETATS-UNIS. — Les transformations physiques chez les descendants des immigrants aux E.-U. (*F. Boas*), **22**, 4; (*P. de Biermont*), **24**, 927.

EUROPÉEN. — Essai sur la psychologie de l'E. aux pays chauds (*A. Cureau*), **17**, 362, 410.

HEREROS. — Les H. (*H. Dehérain*, **15**, 113.

HOMME. — L'origine de l'H. (*R. Verneau*), **22**, 438.

HOVA. — Les H. de Madagascar (*A. Grandidier*), **6**, 49.

INDE. — Les us, coutumes et superstitions de l'I. méridionale (*J. Deniker*), **18**, 275.

MAROCAIN. — Les M. et la société marocaine (*E. Doutté*), **14**, 190, 258, 314, 372. — Les races marocaines (*J. Huguet*), **25**, 293.

NÈGRE. — Essai sur la psychologie des races N. de l'Afrique tropicale (*Ad. Cureau*), **15**, 638, 679.

RACE. — Le problème ou le préjugé des R. (*Ch. Richet*), **16**, 883.

RHODÉSIE. — Les indigènes de la R. (*A. Loir*), **14**, 1093.

TAILLE. — Les facteurs de la T. humaine (*F. Regnault*), **23**, 900.

TUNISIE. — La population et les races en T. (*Dr Bertholon*), **7**, 972.

XX. — Sciences médicales.

ACCLIMATEMENT. — Le climat tropical et l'A. (*H. Gros*), **7**, 559.

ACIDE. — Pharmacologie de l'A. phosphorique (*A. Martinet*), **16**, 568, 611.

AFRIQUE. — Les conditions sanitaires de l'A. intertropicale, en particulier du Congo (*G. Treille*), **5**, 809.

AIR COMPRIMÉ. — La prophylaxie des accidents dans l'A. c. (*J. P. Langlois*), **22**, 54.

ALCOOL. — La campagne anti-alcoolique et le monopole de l'A. en Russie (*G. Vallat*), **13**, 830.

Les conséquences hygiéniques de la monopolisation de l'A. (*X. Rocques*), **7**, 801.

ALCOOLISME. — L'A. dans l'Eure au XIXe siècle (*P. Leroy*), **12**, 646. — Les bases scientifiques de la lutte

contre l'A. (*R. Romme*), 13, 675. — La pasteurisation des vins et la lutte contre l'A. (*A. Loir*), 14, 430.

Aliéné. — Sur les A. persécuteurs (*Magnan* et *Sérieux*), 2, 774.

L'assistance des A. en France, en Allemagne, en Italie et en Suisse (*P. Sérieux*), 17, 476.

Amnésie. — L'A. continue (*P. Janet*), 4, 167.

Anémie. — L'A. pernicieuse d'origine parasitaire (*A. Railliet*), 1, 296.

Anesthésique. — Mécanisme de l'action des A. (*R. Dubois*), 2, 561. — Voir Insensibilisation.

Contribution à la chimie de l'anesthésie (*B. Moore* et *H. E. Roaf*), 15, 669 ; 17, 103. — Nouv. procédé pour produire l'A. du corps humain (*C. Redard*), 16, 356. — Dispositif pour la production de l'A. électrique (*S. Leduc*), 16, 591 ; (*Mlle Robinovitch*), 20, 802 ; 21, 921. — Vitesse d'absorption et d'élimination du chloroforme par le sang dans l'A. (*Buckmaster* et *Gardner*), 18, 944.

Antisepsie. — Les sages-femmes et l'antisepsie (*P. Budin*), 1, 106.

Antitoxine. — Les défenses antitoxiques de l'économie (*A. Charrin*), 7, 409.

Armée. — L'état sanitaire comparé de l'A. française et des grandes A. européennes (*V. Lowenthal*), 14, 930.

Ataxie. — La paralysie générale et l'A. locomotrice (*J. Nageotte*), 5, 401.

Bacille. — Recherches sur le B. typhique et la transmission de la fièvre typhoïde par l'air (*F. Bordas*), 1, 143.

Blastomycètes. — Les B. pathogènes (*P. Vuillemin*), 12, 732.

Cancer. — Radiothérapie et C. (*P. Desfosses*), 16, 123. — Les caractères et l'évolution des affections cancéreuses (*F. Blumenthal*), 18, 995. — L'action thérapeutique du radium sur le C. (*L. Wickham*), 20, 902.

Sur certains organismes isolés du C. et leurs effets pathologiques sur les animaux (*H. G. Plimmer*), 10, 719. — Analyse expérimentale de la croissance du C. (*E. F. Bashford*), 18, 874.

Carcinome. — C. et Coccidies (*E. Metchnikoff*), 3, 629.

Cécité. — La C. en France, causes et remèdes (*A. Trousseau*), 4, 129. — La prévention de la C. en France (*A. Trousseau*), 20, 502.

Cellule. — C. animale et C. microbienne (*A. Charrin*), 4, 4. — La genèse des tares cellulaires des rejetons issus de mères malades (*A. Charrin*), 11, 249.

Charbon. — Le surmenage et le C. chez les moutons australiens (*A. Loir*), 2, 515.

Chine. — Hygiène et vie matérielle en C. (*E. Jeanselme*), 16, 195.

Chirurgie. — Revue annuelle de C. (*H. Hartmann*), 1, 512 ; 2, 543 ; 3, 709 ; 4, 669 ; 5, 685 ; 6, 937 ; 7, 873 ; 8, 751 ; 9, 946 ; 10, 784 ; 11, 1276 ; 12, 881 ; 13, 1032 ; 15, 34 ; 16, 993 ; 18, 794 ; 21, 981.

Choléra. — La prophylaxie internationale du C. (Dr *J. Rochard*), 1, 257. — Le C. en Espagne et les mesures prophylactiques (*A. Charrin*), 1, 441. — L'immunité expérimentale contre le vibrion du C. asiatique (*P. Tsiklinsky*), 5, 243.

Cœur. — Les dilatations du C. (*M. Letulle*), 5, 733. — Physiologie et thérapeutique générales des maladies du C. (*H. Vaquez*), 10, 308.

Confusion. — La C. mentale primitive (*Ph. Chaslin*), 9, 469.

Crane. — La trépanation du C. (*A. Castex*), 1, 546.

Crèche. — Les C. de Paris et de la banlieue (*Ch. Marsillon*), 5, 43.

Cytotoxine. — Les Poisons cellulaires ou C. (*E. Metchnikoff*), 12, 7.

Désinfection. — La D. par l'acide sulfureux (*A. Loir*), 12, 962. — La D. et la chimie des colloïdes (*H. Bechhold*), 20, 784.

La D. des locaux (*M. Molinié*), 8, 364. — L'acide sulfureux contre les moustiques (*A. Loir*), 13, 324.

Diabète. — Etude pathogénique des D. (*J. M. Albahary*), 21, 551.

Diphtérie. — La D. et son traitement par le sérum d'animaux immunisés (*Ledoux-Lebard*), 3, 782. — La D. ; Clinique et Bactériologie (*P. Romme* et *P. Tsiklinsky*), 5, 920.

Méthode pour produire rapidement les antitoxines de la D. (*C. Wood*), 7, 497.

Eau. — La contamination des E. de source dérivées à Paris (*X. Rocques*), 10, 915. — L'alimentation des villes en E. potable (*F. Diénert*), 14, 990, 1051. — L'alimentation de Paris en E. potable (*F. Diénert*), 24, 693.

L'adduction des E. du Loing et du Lunain à Paris (*M. Molinié*), 8, 806. — L'épuration des E. du canal de Marseille, 22, 307.

Eaux d'égout. — L'assainissement de Paris. L'épuration des e. d'é. par l'irrigation (*P. Lauriol*), 7, 35. — La filtration intermittente dans l'épuration des E. d'é. (*M. Molinie*), 9, 599.

Electrocution. — Les accidents d'E. (*J. P. Langlois*), 24, 294.

Endoscopie. — Les progrès récents de l'E. viscérale (*J. Janet*), 3, 141.

Epilepsie. — Essai sur la pathogénie et le traitement de l'E. (*G. Marinesco* et *P. Sérieux*), 9, 506.

Epizootie. — Le diagnostic des E. parasitaires par l'examen microscopique des déjections (*E. Brumpt*), 22, 123.

Fibrome. — Le traitement des F. utérins et des suppurations pelviennes (*H. Hartmann*), 4, 421.

Fièvre typhoïde. — Recherches sur le bacille typhique et la transmission de la F. t. par l'air (*F. Bordas*), 1, 143. — La sérothérapie de la F. t. (*A. Chantemesse*), 18, 738. — L'étiologie et la prophylaxie de la F. t. (*R. Romme*), 21, 285. — La vaccination de l'homme contre la F. t. (*H. Vincent*), 24, 229.

Du sérodiagnostic de la F. t. et du procédé de Widal (*M. Fontoynont*), 8, 44.

Filtration. — Les récents perfectionnements de la F. pastorienne de l'eau (*G. A. Renel*), 2, 397.

Gigantisme. — Le G. chez l'homme (*E. Feindel*), 14, 209.

Goitre. — La pathogénie du G. exophtalmique (*E. Gley*), 12, 897. — La pathogénie du G. endémique (*Ch. Répin*), 21, 736.

Goutte. — Les diarrhées goutteuses (*Ed. Spalikowski*), 10, 743.

Hygiène. — Revue annuelle d'H. (*J. Rochard*), 1, 47 ; (*L. Olivier*), 2, 172 ; 3, 188 ; 4, 380 ; (*P. Langlois*), 7, 348 ; (*L. Olivier*), 9, 237 ; (*J. P. Langlois*), 11, 203 ; 13, 881 ; 17, 820, 865 ; 19, 905 ; 22, 959 ; 24, 623.

Le Congrès d'H. de Londres (1891) (*L. Olivier*), 2, 600. — L'H. sociale (*A. J. Martin*), 3, 45.

Hypnotisme. — L'H. et la suggestion dans leurs rapports avec la médecine légale (*Bernheim*), 9, 87.

Ictère. — Sur l'origine bactérienne de l'I. grave (*H. Vincent*), 4, 722.

Idiotie. — L'I. (*J. Voisin*), 5, 588. — Le sauvage de l'Aveyron, l'I. et la surdi-mutité (*Bourneville*), 5, 722.

Immunité. — L'hérédité et l'I. propriétés cellulaires (*A. Charrin*), 5, 115. — L'état actuel de la question de l'I. dans les maladies infectieuses (*El. Metchnikoff*), 11, 1210. — Les facteurs de l'I. (*L. Verney*), 14, 847.

Infection. — Essai d'une théorie de l'infection (*Ch. Bouchard*), 1, 467. — Influence de l'I. sur le système nerveux (*H. Roger*), 4, 215. — Les I. non bactériennes : l'oïdo mycose (*H. Roger*), 7, 770.

Influenza. — La récente épidémie d'I. à Londres (*E. J. Brodie*), 2, 661. — L'étiologie de l'I. (*P. Tsiklinsky*), 5, 200.

Insensibilisation. — L'I. chirurgicale (*R. Dubois*), 2, 353.

Intestin. — Les conditions de succès des grandes opérations sur l'I. (*H. Chaput*), 4, 591. — L'hygiène des I. (*E. Metchnikoff*), 17, 899.

Nouv. procédé d'intervention chirurgicale sur l'I. (*M. Fontoynont*), 7, 1228.

Lait. — L. stérilisé et allaitement (*P. Budin*), 4, 685, 764. — Des L. dits maternisés dans l'allaitement mixte et artificiel (*H. de Rothschild*), 8, 503.

Maladie. — Les M. contagieuses de l'homme et des

animaux en Australie (*A. Loir*), 5, 7. — Les M. cutanées et vénériennes chez les indigènes musulmans d'Algérie (*J. Brault*), 15, 898, 934.

Maroc. — Pathologie et thérapeutiques marocaines (*F. Weisgerber*), 14, 567. — L'hygiène du Marocain (*Dr Mauran*), 25, 309. — Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publique au M. (*Dr Zumbiehl*), 25, 362. — La lutte contre la fièvre typhoïde au M. (*H. Vincent*), 25, 365.

Médecine. — Revue annuelle de M. (*E. de Lavarenne*), 1, 773; 2, 748; 3, 855; 4, 804; (*A. Letienne*) 6, 1049; 8, 341; 9, 75; 10, 476; 11, 1099; 12, 923; 13, 983; 14, 1211; 15, 991; 16, 904; 17, 982; 19, 190; 20, 367; 21, 64; (*A. Gouget*), 24, 59.

Le XIe Congrès international de M. (Rome, 1894) (*H. Roger*), 5, 328. — Le rôle de la Chimie biologique en M. (*A. Gautier*), 8, 977. — La M. expérimentale (*A. Gautier*), 12 354.

Le XIIe Congrès international de M. (Moscou, 1897) (*A. Charrin*), 8, 732. — Le XIIIe Congrès international de M. (Paris, 1900), 11, 935.

Microbe. — La nature des sécrétions microbiennes (*A. Charrin*), 2, 129.

Mode de résistance des Vertébrés inférieurs aux invasions microbiennes artificielles (*F. Mesnil*), 6, 640.

Microcéphalie. — De la craniectomie dans la M. (*O. Lannelongue*), 1, 393.

Mort. — Le rappel à la vie, en cas de M. apparente, par les courants électriques (*A. Gradenwitz*), 20, 802.

Morve. — M. et malléine (*M. Kaufmann*), 3, 815.

Mycose. — La classification des M. (*P. Vuillemin*), 21, 148.

Négation. — Le délire des N. (*J. Séglas*), 7, 691.

Obsédé. — Les O. (*G. Ballet*), 13, 372.

Les Obsessions et les impulsions (*A. Pitres* et *E. Régis*), 14, 336. — Les Obsessions et la psychasthénie (*P. Janet*), 14, 459.

Œil. — L'O. considéré comme élément de diagnostic en Pathologie (*A. Trousseau*), 3, 355. — L'hétéroplastie dans la thérapeutique oculaire (*E. Valude*), 9, 701.

Ophtalmologie. — La Fondation ophtalmologique Adolphe de Rothschild (*A. Trousseau*), 16, 857.

Opium. — Mangeurs et fumeurs d'O. (*E. Jeanselme*), 18, 19.

Opothérapie. — Une nouv. méthode thérapeutique, l'O. (*P. Maubrac* et *G. Maurange*), 7, 1233.

La préparation des produits o., 12, 301.

Paludisme. — Coccidies et P. (*F. Mesnil*), 10, 213, 275.

Paralysie. — La P. générale et l'ataxie locomotrice (*J. Nageotte*), 5, 401. — La P. infantile épidémique (*C. Levaditi*), 22, 533. — Le virus de la P. infantile épidémique (*C. Levaditi*), 22, 673.

Histologie pathologique de l'écorce cérébrale dans la P. générale progressive (*Binswanger*), 5, 548.

Pathologie. — Les progrès de la P. générale (*M. Springer*), 6, 974. — L'hérédité en P. (*A. Charrin*), 7, 1. — Le renouveau de la P. cellulaire (*J. de Nittis*), 8, 150. — L'évolution de la P. exotique (*A. Laveran*), 19, 134.

Revue de P. générale (*Ch. Achard*), 23, 148.

Pelade. — Evolution doctrinale de la P. La théorie trophonévrotique de L. Jacquet (*F. Trémolières*), 14, 327.

Péripneumonie. — Découverte du microbe de la P. (*Ch. Répin*), 9, 265.

Personnalité. — Les altérations de la P. (*A. Binet*), 3, 798.

Peste. — La lutte actuelle contre la P. (*M. Fontoynont*), 8, 109. — La P. à bord du «Sénégal» (*M. Bucquoy*), 12, 956.

Morphologie et culture du bacille de la P., 8, 127. — La peste, 10, 803. — La P. des Oiseaux (*Centanni*), 13, 406. — L'épidémie de P. de Mandchourie, 22, 184.

Pharmacodynamie. — L'évolution de la P. (*A. Martinet*), 19, 537.

Plaie. — Le pansement moderne d'une P. (*P. Desfosses*), 13, 35.

Plasmothérapie. — La P. (*A.* et *L. Lumière*), 17, 134.

Polynévrite. — Les P. (*E. de Lavarenne*), 1, 211.

Pratiques médicales. — Les P. m. chez les Arabes tunisiens (*A. Loir*), 10, 673.

Puerpéralité. — La P. (*Auvard* et *Touvenaint*), 3, 472. — Hygiène de la P. (*Auvard* et *Touvenaint*), 3, 551.

Radiographie. — La R. appliquée au diagnostic médical (*G. Contremoulins*), 18, 1012.

Radiothérapie. — R. et cancer (*P. Desfosses*), 16, 123.

Radiumthérapie. — L'instrumentation en R. (*G. Danne*), 24, 581.

Rage. — La guérison de la R. déclarée (Expériences de Tizzoni et Centanni) (*E. Mancini*), 3, 445.

Rein. — La chirurgie des R. et des uretères (*A. Le Dentu*), 1, 689.

Salvarsan. — Mémoires sur le S., 22, 213 : 23, 906 : 25, 84.

Santé. — S. publique et Paris de demain (*G. Trélat*), 18, 267. — La salubrité générale des territoires habitables (*G. Trélat*), 18, 721.

Sénilité. — Rech. sur le mécanisme de la S. (*G. Marinesco*), 15, 1116.

Sérothérapie. — Essai sur le mécanisme des phénomènes en S. (*C. Phisalix*), 10, 806. — Les résultats acquis de la S. (*F. Blumstein*), 16, 642. — La S. de la fièvre typhoïde (*A. Chantemesse*), 18, 738.

La S. sanguine (*Behring*), 4, 263.

Sérum. — Les injections de S. artificiel (*M. Fontoynont*), 7, 482.

Stérilisation. — La S. des eaux par l'ozone (*J. Répin*), 7, 596. — La S. de l'eau par les rayons ultra-violets (*J. Courmont*), 22, 332.

La S. des eaux au moyen du peroxyde de chlore (*J. Ogier*), 10, 938. — La S. domestique de l'eau d'alimentation (appareil Lepage), 12, 687. — Nouv. applications de l'ozone à la S. des eaux potables et industrielles (*A. Gradenwitz*), 17, 488. — La S. de l'air par l'ozone, 22, 184.

Stovaïne. — Les propriétés pharmacodynamiques et thérapeutiques de la S. (*J. Meurice*), 17, 514.

Streptocoque. — Le rôle pathogène du S. (*P. Achalme*), 4, 341

Surdi-mutité. — La S. m. (*E. Saint-Hilaire*), 12, 241.

Symphyséotomie. — La S. (*H. Varnier*), 5, 578.

Syphiligraphie. — Le dualisme en S. : Ricord et Bassereau (*A. Fournier*), 3, 305.

Urine. — La fréquence du pouls et l'élimination u. (*F. Dehérain*), 15, 310.

Tétanos. — La pathogénie du T. (*H. Vincent*), 2, 296. — La guérison du T. déclaré (*Ch. Répin*), 9, 320.

Le traitement du T. par la méthode de Baccelli (*E. Cioffi*), 13, 179. — Rech. sur le T. (*H. Meyer* et *F. Ramsom*), 14, 1014.

Thérapeutique. — Les ions et la T. (*P. Desfosses*), 17, 229.

Tic. — Les T. (*H. Meige*), 15, 448.

Toxines. — Les T., mécanisme de leur action (*A. Charrin*), 6, 24. — La physicochimie des T. et antitoxines (*S. Arrhénius*), 15, 633.

Action des courants à haute fréquence sur les T. bactériennes (*A. d'Arsonval* et *A. Charrin*), 7, 184. — Sur la nature de l'antagonisme entre les T. et antitoxines (*C. J. Martin* et *Th. Cherry*), 10, 371.

Tréponème. — Les travaux de Noguchi sur le T., 24, 753.

Trypanosomiase. — Le rôle des Glossines dans la transmission des T. (*E. Roubaud*), 20, 956.

Rapport préliminaire sur la maladie due à la mouche tsé-tsé, ou nagana (*D. Bruce*), 7, 586. — Morphologie et distribution de l'organisme trouvé dans la maladie causée par la mouche tsé-tsé (*H. G. Plimmer* et *J. R. Bradford*), 10, 683. — Découverte d'un nouv. Trypanosome (*D. Bruce*), 13, 317. — Découverte d'une espèce de T. dans le fluide cérébrospinal au cours de la maladie du sommeil (*A. Castellani*), 14, 965. — R. Koch et la maladie du sommeil (*L.* et *F. Blumstein*), 18, 952.

Tuberculine. — La T., agent révélateur de la tuberculose chez les Bovidés (*M. Kaufmann*), 3, 601. — La nouv. T. de Koch (*R. Romme*), 8, 384.

Tuberculose. — T. et auscultation (*E. de Lavarenne*), 1, 17. — Les tubercules et le bacille de la T. (*H. Vincent*), 1, 659. — Le traitement des T. externes par la mé-

thode sclérogène du Prof. Lannelongue (*L. Olivier*), **2**, 433. — La lutte actuelle contre la T. (*L. H. Petit*), **8**, 190. — Les assurances ouvrières et la lutte contre la T. en Allemagne (*R. Romme*), **10**, 573, 618. — La diminution de la T. en Angleterre (*R. Romme*), **11**, 680. — La T. expérimentale (*Ch. Richet*), **12**, 302. — La T. en France (*R. Romme*), **12**, 506. — Le sanatorium, la polyclinique et l'hôpital dans la lutte contre la T. (*R. Romme*), **14**, 1158. — La lutte sociale contre la T. (*A. Le Chatelier*), **15**, 83. — L'exode rural et la T. à la campagne (*R. Romme*), **16**, 476. — Le bilan de la T. au Congrès de 1905 à Paris (*R. Romme*), **17**, 561. — La mortalité tuberculeuse chez les blancs, les gens de couleur et les nègres aux Antilles (*G. S. Hirst*), **18**, 115.

Influence de certains agents naturels sur la virulence du bacille de la T. (*Ransome* et *Delépine*), **5**, 729. — Sur certains milieux pour la culture du bacille de la T. (*A. Ransome*), **9**, 440. — Les nouv. expériences sur la transmission de la T., **10**, 298. — La médication cacodylique dans la T. (*A. Gautier*), **11**, 267. — Le Congrès international contre la T. (Naples, 1900), **11**, 624. — Le Congrès international contre la T. (Londres, 1901), **12**, 862. — La T. maladie sociale (*M. Labbé*), **14**, 349. — La 2e réunion du Bureau central international pour la lutte contre la T. (*R. Romme*), **14**, 478. — La pathogénie de la phtisie et la lutte contre la T. (*R. Romme*), **14**, 970.

Tumeur. — La spécificité cellulaire et la genèse des T. (*L. Bard*), **11**, 1135.

Tunisie. — Les conditions sanitaires et l'hygiène en T. (*A. Loir*), **7**, 1038.

Uretère. — La chirurgie des reins et des uretères (*A. Le Dentu*), **1**, 689.

Venin. — État actuel de nos connaissances sur les V. (*C. Phisalix*), **7**, 185.

Vessie. — La chirurgie de la V. (*P. Bazy*), **4**, 68.

Virulence. — Evolution des idées sur la nature et le mécanisme de la V. (*S. Arloing*), **1**, 561.

Virus. — Le rôle du sérum dans l'atténuation des V. (*H. Roger*), **2**, 410. — La résistance aux V. (*A. Charrin*), **4**, 561.

Voltaïsation. — La V. utérine (*A. Tripier*), **5**, 857.

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS

A

Abbruzzes (Duc des), Cagni (U.) et Molinelli (A. C.) : La *Stella polare* dans les mers actiqnes, **14**, 626.

Abderhalden (Em.) : Les conceptions nouvelles sur la structure et le métabolisme de la cellule, **23**, 95.

Abelous (J. E.) : La physiologie des glandes à sécrétion interne. Corps thyroïde et capsules surrénales, **4**, 273. — Sur le mécanisme de l'anaphylaxie, **24**, 760.
F. Laulanié, **17**, 625.

Abney (W. de W.) : Sur les couleurs de la lumière du ciel, de la lumière du soleil, de la lumière des nuages et de la lumière d'une bougie, **4**, 649.

Abraham (H.) : Nouv. détermination du rapport entre les unités électrostatiques et électromagnétiques, **3**, 651. — Mesure des coefficients d'induction, **4**, 781. — Chronophotographie de précision des ondes hertziennes, **24**, 519.

Abraham (H.) et Lemoine : Le phénomène de Kerr, **10**, 884.

Abraham (Max) : Théorie de l'électricité, **18**, 38. — Le principe de la relativité, **25**, 286.

Achalme (Dr P.) : Le rôle pathogène du streptocoque et les idées nouvelles sur la virulence, **4**, 341.

Achard (Ch.) : Revue de Pathologie générale, **23**, 148.
O. Lannelongue, **23**, 41.

Adam (Paul) : Edouard Grimaux, **11**, 713.

Adams (F. D.) et Nicholson (J. T.) : Rech. expérimentales sur l'écoulement du marbre, **11**, 1025.

Adams (L. E.) : Les taupes et les taupinières, **21**, 411.

Agassiz (A.) : Sur la formation des barrières de récifs et des différents types d'attolls, **14**, 465.

Aguillon (L.) : A propos de la formation des ingénieurs en France et à l'étranger, **21**, 577.

Aignan (A.) : Le pouvoir rotatoire spécifique des corps actifs dissous, **5**, 463.

Albahary (J. M.) : Etude pathogénique des diabètes, **21**, 551.

Allemand (A.) : Etude de physiologie appliquée à la spongiculture sur les côtes de Tunisie, **18**, 1024

Allen (H. L.) : La fatigue photoélectrique du zinc, **18**, 84.

Allorge (Maurice) : Le nouveau Parc zoologique de New-York, **16**, 544.

Alluaud (Ch.) et Jeannel (R.) : Le Mont Kénya en Afrique orientale anglaise, **25**, 639.

Alquier (J.) : Les aliments de l'homme, **18**, 356, 406.

Amagat (E. H.) : Compressibilité, dilatation et maximum de densité de l'eau, **4**, 299. — La pression interne des fluides, **17**, 205; **20**, 519. — Discontinuité des chaleurs spécifiques à saturation et courbes de Thomson, **17**, 673. — Application de la loi des états correspondants aux chaleurs spécifiques, **17**, 719.

Amans (Dr) : Aéroplanes et aérocaves, **3**, 255.

Amaudrut (A.) : Le champ électrique des corps célestes, **21**, 430.

Amaudrut (M. A.) : La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les Gastéropodes, **10**, 198.

Ameghino (F.) : Les premiers Mammifères, **4**, 77.

Amthor (Dr Carl) : Les causes de la rancidité du beurre, **10**, 467.

Andrade (J.) : Sur le mouvement d'un corps soumis à l'attraction newtonienne de deux corps fixes, **1**, 709.

André (C.) : L'Electricité atmosphérique, **3**, 568, 605.
La variabilité de la planète Eros, **12**, 396. — Un dernier mot sur les canaux de Mars, **21**, 458.

Anfreville (Dr L. d') : La colonisation et l'apprentissage colonial, **15**, 740.

Anglas (J.) : Les tissus de remplacement, **15**, 968, 1031.
Observations sur les métamorphoses internes de la guêpe et de l'abeille, **12**, 193.

Angot (A.) : Les aurores polaires, **8**, 844.
La météorologie au sommet de la tour Eiffel, **12**, 641.

Angström (K.) : Les spectres infra-rouges de CO^2 et de CO, **1**, 783.

Angus (H. F.) : Les progrès de l'Allemagne dans les industries optiques, **13**, 596.

Anspach (L.) : Les discussions récentes sur la théorie des machines à vapeur, **12**, 313.

Anthony (R.) : Etude morphologique des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés, **24**, 161.

Appell (Paul) : Le problème des déblais et des remblais, **1**, 97. — L'Enseignement supérieur des Sciences, **15**, 287. — Alfred Picard, **24**, 378.
Sur les fonctions périodiques de deux variables, **3**, 419. — Charles Hermite, **12**, 109.

Archenhold (F. S.) : Wilhelm Weber, **2**, 528.

Arctowski (Henryk) : L'expédition antarctique belge, **12**, 87.

Ariola (Dr V.) : La métamérie et la théorie de la polyzoïcité chez les Cestodes, **13**, 471.

Arloing (S.) : Evolution des idées sur la nature et le mécanisme de la virulence, **1**, 561.

Armstrong (H. E.) et Lowry (T. M.) : Les acides persulfuriques, **13**, 948.

Arrhénius (Svante) : Les oscillations séculaires de la température à la surface du globe terrestre, **10**, 337. — La cause de l'aurore boréale, **13**, 65. — La Physicochimie des toxines et anti-toxines, **15**, 633. — L'énergie libre, **22**, 266.
La Voie lactée, **25**, 766.

Arsonval (d') et A. Charrin : Action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes, **7**, 184.

Arthus (M.) : Les travaux récents sur la sécrétion du suc gastrique et du suc pancréatique, **10**, 498. — Les venins, **25**, 99.
Recherches sur la coagulation du sang, **2**, 619. — Rech. sur quelques substances albuminoïdes, **5**, 298. — Injections répétées de sérum de cheval chez le lapin, **14**, 692. — Willy Kühne, **11**, 865. — Venin de cobra et curare, **21**, 501. — Le professeur Th. W. Engelmann, **20**, 566. — E. F. W. Pflüger, **21**, 366. — Présence de liquides intestinaux dans l'estomac; sa signification physiologique, **23**, 131.

Ascoli (Marcel) : Une nouvelle espèce de radiations. Les rayons N, **15**, 226. — Les sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire, **15**, 496.

Ashworth (E. R.) : Méthode pour rendre les aimants indépendants des changements de température, **9**, 593. — Rech. expérimentales sur l'acier étiré, **13**, 749.

Astruc (A.) : Rech. sur l'acidité végétale, **15**, 661.

Aubel (Edmond van) : Sur le sens des courants thermoélectriques, **20**, 977.

Aubert (E.) : Rech. physiologiques sur les plantes grasses, **4**, 116.

Audouin (E.) : La Loire navigable. Essais du système Audouin, **18**, 1.

Audouin (L.) : La navigation de la Loire, **8**, 222.

Auerbach (B.) : Le Danube austro-allemand et les projets de jonction de ce fleuve avec le Main, l'Elbe et l'Oder, **9**, 749, 769. — Les chemins de fer de l'Indoustan, **10**, 730. — Le canal du Nord-Est, **13**, 140. — Le tableau de la Géographie de la France de M. Vidal de la Blache, **14**, 895. — Le peuplement national en Algérie (1871-1906), **18**, 307.

Aufsess (von) : La couleur des lacs, **15**, 628.
Auger (V.) : Sur les chlorures d'acides bibasiques, **1**, 520.
Austin (S. W.) : Production au moyen de l'arc d'oscillations électriques rapides, **18**, 1029.
Autonne (L.) : A propos de quelques travaux récents sur l'équation différentielle du premier ordre, **3**, 24. — Quelques mots sur les Mathématiques pures dans l'Antiquité et au Moyen Age, **5**, 561. — Un nouveau livre sur l'atomisme. La critique de M. A. Hannequin sur l'hypothèse des atomes dans la science contemporaine, **7**, 593.
Auvard (A.) et Touvenaint (L.) : La puerpéralité, **3**, 472. — Hygiène de la puerpéralité, **3**, 551.
Avril (E.) : Les nouveaux toueurs à adhérence magnétique de M. de Bovet, **7**, 262.
Aygalliers (P. d') : L'état actuel et les besoins de la culture de l'olivier en France, **9**, 680.
Aynaud (M.) : Le globulin des Mammifères, **21**, 527.
Ayné (P.) : Nouvelles applications des méthodes graphiques à l'étude des opérations financières, **15**, 733.
Ayrton (Mme H.) : Formation des rides de sable et mouvements internes de l'eau, **18**, 690; **19**, 418; **22**, 507.

B

Babinet (A.) : Hydrologie, hydrométrie et annonce des crues, **5**, 488.
Baese (C.) : La reproduction des reliefs par voie photographique, **15**, 1060.
Baillaud (B.) : Simon Newcomb, **20**, 725.
Baillaud (Emile) : Le problème de l'exploitation agricole en Guinée française, **16**, 423.
Baillaud (Jules) : La réunion du Comité international permanant de la carte du ciel, **20**, 525.
Baille et Féry : Nouv. méthode pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur, **9**, 725.
Baillehache (R. de) : La fixation des unités par voie législative, **24**, 17.
Baire (R.) : Sur les fonctions de variables réelles, **10**, 402.
Bakhuyzen (H. G. van de Sande) : La variation de la latitude, **2**, 205; **4**, 28; **5**, 227. — Distribution des étoiles dans l'espace, **9**, 91. — H. W. Bakhuis Roozeboom, **18**, 302.
Baldet (F.) : L'enregistrement photographique de la position du pôle, **22**, 275.
Ballet (Gilbert) : Les obsédés, **13**, 372.
Balthazard (V.) : Les actions physiologiques attribuées aux rayons X leur sont-elles dues? **8**, 891.
Bard (Dr L.) : La spécificité cellulaire et la genèse des tumeurs, **11**, 1135.
Barillé (A.) : E. Raoul, **9**, 394.
Barkla (Ch. G.) : La radiation Röntgen polarisée, **16**, 489.
Barnes (H. T.) : La chaleur spécifique de l'eau entre les points de congélation et d'ébullition. Détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur, **11**, 1154. — Valeur absolue de l'équivalent mécanique de la chaleur en unités électriques fondamentales, **20**, 757.
Barrois (Ch.) : Les recherches de M. Cayeux sur les terrains sédimentaires du bassin de Paris et de la Belgique, **8**, 496.
Barthélemy (E.) : Les grandes transmissions d'énergie électrique, **19**, 738.
Barus (C.) : Les noyaux de condensation de l'atmosphère, **18**, 78.
Bashford (E. F.) : Analyse expérimentale de la croissance du cancer, **17**, 874.
Basler (Ad.) : La perception des mouvements minimes, **18**, 651.
Basset (H.) : Le Vice-amiral Paris, **4**, 408.
Bassot (Colonel) : Antoine d'Abbadie, **8**, 286.
Bast (O. de) : L'Institut électrotechnique Montefiore, **5**, 644.
Bastian (H. Ch.) : Relations des impressions sensitives et des centres sensitifs avec les mouvements volontaires, **6**, 905.
Bataillon (E.) : La parthénogénèse expérimentale des Amphibiens, **22**, 786.
Recherches sur la métamorphose des Amphibiens anoures, **2**, 553.
Bauer (Ed.) : Le rayonnement des gaz incandescents, **22**, 347. — Les constantes du rayonnement intégral, **24**, 408.
Bauer (E.) et Moulin (M.) : Comparaison spectrophotométrique de l'éclat du ciel et de l'éclat du soleil, **22**, 89.
Baume (G.) : Sur quelques applications de l'analyse thermique, **25**, 252.
Bayliss (W. M.) : Les propriétés des systèmes colloïdaux, **20**, 685; **22**, 625, 780.
Bayliss (W. M.) et Starling (E. H.) : Sur la cause de la sécrétion réflexe périphérique du pancréas, **13**, 167. — La régularisation chimique des processus sécrétoires, **15**, 620.
Bazille (A.) : Les systèmes de télégraphie harmonique, **2**, 321.
Bazin (H.) : Nouv. formule pour calculer le débit des canaux découverts, **9**, 467.
Bazy (P.) : La chirurgie de la vessie, **4**, 68.
Beauchamp (P. de) : Les résultats et les méthodes des recherches limnobiologiques en Danemark : l'œuvre de Wesenberg-Lund, **21**, 540.
Beauregard (H.) : Les insectes vésicants, **1**, 70. — Revue annuelle de Zoologie, **1**, 370; **2**, 322; **3**, 278; **4**, 250. — Revue annuelle d'Anatomie, **5**, 618; **6**, 847; **7**, 715; **8**, 669; **9**, 784.
Georges Pouchet, **5**, 312.
Beauverie (J.) — Etat actuel de la question de la propagation des rouilles, **23**, 106.
Etudes sur le polymorphisme des champignons. Influence du milieu, **11**, 1285. — Sir Joseph Dalton Hooker, **23**, 42. — Edouard Strasburger, **23**, 765.
Bechhold (H.) : La désinfection et la Chimie des colloïdes, **20**, 784.
Le filtrage des particules ultramicroscopiques, **19**, 214.
Becquerel (Henri) : La radio-activité de la matière, **13**, 603.
Becquerel (Jean) : Influence des variations de température sur les phénomènes d'absorption dans les cristaux, **18**, 559; **19**, 80. — Les électrons positifs, **19**, 598. — Sur le phénomène de Hall aux basses températures, **24**, 80.
Becquerel (Paul) : La radio-activité dans ses rapports avec la Biologie végétale, **23**, 576. — La Vie latente; sa nature et ses conséquences pour certaines doctrines de la Biologie contemporaine, **25**, 559.
Béhal (A.) : L'œuvre de la Chimie contre l'œuvre de la Nature, **20**, 912.
Behring : La sérothérapie sanguine, **4**, 263.
Beilby (G. T.) : Phosphorescence causée par les rayons γ et β du radium, **16**, 488.
Beille (L.) : Rech. sur le développement floral des Disciflores, **14**, 831.
Bel (Alfred) : L'Enseignement professionnel des filles indigènes en Algérie, **23**, 320. — L'enseignement primaire des indigènes algériens en 1912, **23**, 777.
Bellens : Les nouv. applications de l'émulsion dans les chaudières, **10**, 842.
Belloc : Thermo-électricité du fer et des aciers, **16**, 285.
Belot (Em.) : Les tourbillons et le dualisme en Cosmogonie, **21**, 642.
La position du problème cosmogonique, **23**, 377.
Bénard (Henri) : Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide, **11**, 1261, 1309.
Bénech (Dr Elophe) : La question des peptones, **10**, 863. — L'oxydation de l'albumine, **11**, 788.
Benedicks (C.) : Rech. sur l'acier au carbone, **16**, 33.
Benoist (L.) : L'absorption des rayons X par la matière, **12**, 725.
Bérard (A.) : Au sujet de l'accident du pont de Tarbes, **9**, 633.
Bergeron (J.) : La faune dite « primordiale » est-elle la plus ancienne? **2**, 781. — Les récentes études sur les faunes les plus anciennes, **7**, 259.
Edm. Hébert, **1**, 223.
Berkeley (Comte de) : Sur les solutions saturées, **15**, 714.
Berkeley (Comte de) et Hartley (E. G. J.) : Méthode pour mesurer directement les hautes pressions osmotiques, **15**, 715; **17**, 206.
Berliner (E.) : Le Grammophone, **1**, 286.
Bernard (Augustin) : Les productions naturelles, l'agriculture, l'industrie et le commerce au Maroc, **14**, 73, 132.

La Mission scientifique belge du Katanga, **13**, 5. — La région du Chari, **13**, 118.

Bernard (F.) : Le groupe des Spongiaires d'après les travaux récents, **1**, 668.

Recherches sur les organes palléaux des Gastéropodes prosobranches, **2**, 87.

Bernard (Noël) : Infection et tubérisation chez les végétaux, **13**, 8. — Espèces et variétés, **25**, 506.

Bernheim (Dr) : Hypnotisme et suggestion dans leurs rapports avec la médecine légale, **9**, 87.

Berthault (Pierre) : Une interprétation possible des mutations gemmaires des Solanum tubérifères, **24**, 334.

Berthelot (D.) : Les effets chimiques des rayons ultraviolets, **22**, 322.

Rech. sur les conductibilités électriques des acides organiques et de leurs sels, **2**, 382. — Méthode pour la mesure des températures, **6**, 606. — Méthode physique pour la détermination rigoureuse des poids atomiques, **9**, 630. — Une propriété des gaz monoatomiques, **12**, 590. — La notion des états correspondants et divers points correspondants remarquables, **14**, 289.

Berthelot (M.) : Un point de l'Histoire des Sciences ; la synthèse de l'alcool, **10**, 258. — L'évolution générale des méthodes dans les industries chimiques, **11**, 869. — L'œuvre de Lavoisier, **11**, 921.

Berthier (A.) : Le chemin de fer électrique de la Jungfrau, **8**, 729.

Bertholet (Ed.) : Les voies de la sensibilité dolorifique et calorifique dans la moelle, **17**, 680.

Bertholon (Dr) : La population et les races en Tunisie, **7**, 972.

Bertin (E.) : Le mouvement de translation varié des navires, **22**, 186. — L'accroissement des dimensions des navires, **23**, 382.

Bertin-Sans (H.). — Voir Imbert (A.).

Bertrand (Gabriel) : Le mécanisme de la fermentation alcoolique et les expériences de Buchner **9**, 907. — Les pentosanes, **10**, 912. — Le domaine actuel de la Chimie biologique, **16**, 451.

Etude biochimique de la bactérie du sorbose, **15**, 706. — Le dédoublement diastasique des matières grasses, **14**, 298. — Emile Duclaux, **15**, 625.

Bertrand (J.) : Eloge historique de Louis Poinsot, **1**, 753. — Notice académique sur Ernest Cosson, **1**, 760.

Bertrand (Léon) : La nature physique en Bosnie et en Herzégovine, **11**, 295. — Le rôle des grands mouvements horizontaux dans la formation des chaînes de montagnes, **19**, 152. — Le rôle des nappes de charriage dans la structure des Alpes occidentales et orientales, **20**, 153.

Bertrand (Marcel) : Les récents progrès de nos connaissances orogéniques, **3**, 5. — Les montagnes de l'Ecosse, **3**, 817. — Les lignes directrices de la Géologie de la France, **5**, 665. — La géologie du bassin du Niari, **5**, 792.

Besson (L.) : Sur la théorie des halos, **20**, 821.

Beudon (J.) : Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles dont les caractéristiques dépendent d'un nombre fini de paramètres, **8**, 389.

Beyerinck (M. W.) : La réduction des sulfates par le *Bacterium desulfuricans*, **5**, 840.

Bichat (E.) : Sur une théorie de la polarisation rotatoire, **3**, 548.

Bichon (Marcel) : Le vignoble du Midi au XIXe siècle, **11**, 692. — Le commerce extérieur de la France au XIXe siècle, **12**, 759. — L'évolution du commerce du monde et ses relations avec les découvertes scientifiques au XIXe siècle, **14**, 1191.

Bidwell (S.) : Sur les images récurrentes consécutives aux impressions visuelles, **5** 731. — Sur les phénomènes de coloration qui accompagnent les variations subites d'illumination, **8**, 397. — Sur les images ultérieures négatives qui suivent une brève excitation de la rétine, **8**, 1018. — Sur la formation d'images multiples dans l'œil normal, **10**, 566.

Biermont (P. de) : Les variations des formes du corps chez les descendants d'immigrés aux Etats-Unis, **24**, 927.

Bigot (A.) : Les Dinosauriens, **8**, 462. — Le Bassin minier de la Basse-Normandie, **24**, 258. — L'Exploitation des mines de fer de la Basse-Normandie et le port de Caen, **24**, 346. — La session du XIe Congrès géologique international au Canada, **25**, 479.

Bigourdan (G.) : Etudes récentes sur les comètes et les étoiles filantes, **1**, 65. — L'équatorial coudé de M. Loewy, **1**, 762. — La découverte des lois de Képler, **21**, 970. — L'heure nouvelle, **22**, 146. — Revue annuelle d'Astronomie, **1**, 172; **2**, 110; **3**, 52; **5**, 45; **8**, 508; **9**, 650; **10**, 316.

Sur les Léonides, **10**, 842. — R. Radau, **23**, 89.

Billard (G.) : L'immunité naturelle de quelques animaux à sang chaud contre le venin de la vipère, **21**, 1004.

Billet (A.) : Morphologie et développement des Bactériacées, **2**, 21.

de Billy (E.) : L'éducation technique des ingénieurs aux Etats-Unis, **2**, 638. — L'état actuel et les besoins de l'industrie du fer et de l'acier bruts en France, **9**, 178, 229, 287.

Binet (A.) : Les recherches récentes de psychologie physiologique sur la circulation capillaire et les phénomènes vaso-moteurs, **8**, 60.

Les altérations de la personnalité, **3**, 798. — Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs, **6**, 289. — Etude du système nerveux sous-intestinal des Insectes, **6**, 900. — Un Laboratoire de Pédagogie normale, **16**, 1069.

Binet (A.) et Henri (V.) : Le développement de la mémoire visuelle chez les enfants, **5**, 162.

Binswanger (O.) : Histologie pathologique de l'écorce cérébrale dans la paralysie générale progressive, **5**, 548.

Bioche (Ch.) : La Conférence internationale de l'Enseignement mathématique, **25**, 466.

Birkeland (Kr.) : La formation des nuages du niveau supérieur, **24**, 576.

Blackman (F.) : Rech. sur l'assimilation et la respiration chez les végétaux, **6**, 250; **16**, 790; **22**, 348.

Blaise (E. E.). — Rech. synthétiques sur les produits d'oxydation des dérivés du camphre, **11**, 650.

Blanc (A.) : Résistance au contact de deux métaux, **16**, 486. — L'ionisation par chocs et l'étincelle électrique, **23**, 252.

Blanc (G.) : Les relations entre le camphre et les terpènes, **11**, 175. — Les causes de la complexité de la question du camphre, **14**, 562. — Le camphre synthétique et son avenir industriel, **21**, 721.

Synthèse totale de l'acide camphorique, **15**, 55.

Blanchard (R.) : Le Congrès zoologique de Moscou (1892), **3**, 677.

Alphonse Milne-Edwards, **11**, 662. — Le Muséum doit-il être un établissement d'enseignement, **11**, 667.

Blechynden (A.) : Influence des dimensions et propriétés de l'hélice sur la marche du navire, **2**, 557.

Bleier (O.) et Kohn : La grandeur moléculaire et la densité de la vapeur du soufre, **12**, 3.

Blin (Henri) : Les travaux de la quatrième Conférence internationale de Génétique, **22**, 824. — L'industrie du papier de tourbe, **23**, 378. — L'industrie du sucre et l'alcool de Nipa, **23**, 461. — Nouv. recherches sur l'utilisation de l'avoine dans l'alimentation humaine, en particulier celle du soldat, **25**, 731.

Blix (M.) : Une nouv. théorie sur le vol à voile des oiseaux, **1**, 737.

Bloch (Eug.) : Revue d'Electromagnétisme, **24**, 309.

L'ionisation par le phosphore, **14**, 223; **15**, 210; **20**, 97. — Etude de l'effet photoélectrique de Hertz pour les radiations de longueur d'onde bien déterminée, **21**, 492. — Potentiel de décharge dans un champ magnétique, **22**, 178. — La théorie électronique des métaux, **23**, 126.

Bloch (Eug. et L.) : Les spectres d'étincelle et le spectre d'absorption de l'oxygène dans l'ultraviolet extrême, **25**, 760.

Bloch (L.) : Les origines de la théorie de l'éther, **19**, 886.

L'ionisation par barbotage, **18**, 987. — Les ions et particules présents dans certains gaz récemment préparés, **21**, 997.

Blochmann (Rudolf) : Une nouvelle théorie de la télégraphie dite sans fil, **12**, 131. — La protection des

navires de guerre contre les mines et les torpilles, **17**, 80.

Blondel (A.) : L'inscription directe des courants électriques variables, **12**, 612, 659.

Nouv. système d'éclairage par arc incandescent, **14**, 745. — Les phénomènes de l'arc chantant, **16**, 708.

Blondel (Georges) : Le développement de la marine allemande, **11**, 882. — Emile Levasseur, **22**, 629.

Blondlot (R.) : La théorie électromagnétique de la lumière, **2**, 289. — L'inscription photographique de l'action des rayons N, **16**, 727.

Blumenthal (Dr F.) : L'état actuel de nos connaissances sur les caractères et l'évolution des affections cancéreuses, **18**, 995.

Blumstein (Dr F.) : Les résultats acquis de la Sérothérapie, **16**, 642.

Robert Koch et la maladie du sommeil, **18**, 952.

Boas (F.) : Les transformations physiques chez les descendants des immigrants aux Etats-Unis, **22**, 4 ; **24**, 927.

Bohn (Georges) : Influence du milieu extérieur sur l'œuf. Parthénogénèses expérimentale et naturelle, **15**, 242.

Bois (D.) : Les produits végétaux à l'Exposition d'Hanoï, **14**, 1003.

Boissier (G.) : L'histoire en Tunisie, **7**, 949.

Boissonnas (A.) : L'électricité à l'Exposition nationale suisse de Genève, **8**, 28.

Boissoudy (J. de) : Les hypothèses cinétiques et la loi de l'évolution, **15**, 815. — Les gaz monoatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification, **16**, 728.

Boll (M.) : Mesure électrométrique des très faibles conductibilités, **24**, 248.

Bone (W.) : Le chauffage par combustion sans flamme, **23**, 297.

Bonin (Charles-Eudes) : L'Asie centrale et ses relations commerciales avec la Chine, l'Inde et la Russie, **9**, 60.

Bonney (T. G.) : La roche-mère du diamant dans le sud de l'Afrique, **10**, 718.

Bonnier (Dr Pierre) : Les idées actuelles sur l'audition, **20**, 324.

Bordage (Edm.) : Rech. sur l'autotomie et la régénération chez divers Arthropodes, **16**, 1007.

Bordas (F.) : Recherches sur le bacille typhique et la transmission de la fièvre typhoïde par l'air, **1**, 143.

Bordas (H.) : Appareil glandulaire des Hyménoptères, **6**, 639.

Bordet (J.) et Gengou (O.) : Rech. sur la coagulation du sang et les sérums anticoagulants, **12**, 862. — Le rôle du contact du sang avec les corps étrangers dans la coagulation de ce liquide, **15**, 220.

Borel (Em.) : Congrès international des mathématiciens. 1re Session : Zurich, août 1897, **8**, 783. — Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'Enseignement secondaire, **15**, 431. — La Théorie des ensembles et les progrès récents de la Théorie des fonctions, **20**, 315. — Les Théories moléculaires et les Mathématiques, **23**, 842.

Sur quelques points de la Théorie des fonctions, **6**, 637.

Bose (J. C.) : Détermination de la longueur d'onde des radiations électriques au moyen des réseaux de diffraction, **7**, 887. — Sur la conductibilité de certaines substances polarisantes, **8**, 523. — Détermination des indices de réfraction de quelques substances pour les radiations électriques, **9**, 166. — Influence de l'épaisseur de la lame d'air sur la réflexion totale des radiations électriques, **9**, 439.

Bosler (J.) : Les récents progrès des méthodes astrophysiques aux Etats-Unis, **22**, 102.

Les relations des orages magnétiques avec les phénomènes solaires, **23**, 411. — Charles André, **23**, 533.

Boss (L.) : La translation du Soleil, **14**, 586.

Bottomley (J.-T.) : Les vibrations longitudinales de l'éther. A propos des rayons Röntgen, **7**, 65.

Bottomley (W. B.) et Jackson (H.) : L'assimilation de CO par les plantes vertes, **14**, 1013.

Bouasse (H.) : Le rôle des principes dans les sciences physiques, **9**, 561. — Sur les déformations des solides, **15**, 115. — Les gammes musicales au point de vue des physiciens, **17**, 177.

Réflexion et réfraction dans les milieux isotropes, transparents et absorbants, **4**, 260. — Sur la torsion des fils fins, **8**, 921.

Bouchard (Ch.) : Essai d'une théorie de l'infection, **1**, 466.

Boucheron (H.) : Revue annuelle de Chimie appliquée, **1**, 112.

Boudy : Les forêts du Maroc, **25**, 353.

Bouilhac (R.) : Rech. sur la végétation de quelques Algues d'eau douce, **11**, 154.

Bouin (M.) : Histogenèse de la glande génitale femelle de la *Rana temporaria*, **12**, 634.

Boulanger (A.) : Etude des équations différentielles linéaires et homogènes intégrables algébriquement, **9**, 546.

Boulanger (Ch.) : La reproduction des couleurs par la photographie, **18**, 527.

Boule (M.) : Les créatures géantes d'autrefois, **13**, 903.

Description géologique du Velay, **3**, 488. — L'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints, **25**, 207.

Boullanger (E.) : L'emploi des Mucédinées en distillerie, **12**, 689.

Bourcart (F. E.) : Les lacs alpins suisses, **18**, 79.

Bourde (P.) : La viticulture en Tunisie, **7**, 1101.

Bourgeois (Ct R.) : L'état actuel de la Géodésie, **15**, 376 ; **18**, 54.

Bourget (H.) : Sur une classe particulière de groupes hyperabéliens, **9**, 252.

Bourgoin (P.) : L'étude expérimentale des poudres de guerre au Laboratoire, **18**, 93. — L'organisation de la Maison coloniale moderne, **18**, 860, 928. — Les installations d'artillerie à bord des cuirassés récents, **21**, 1018. — Les lois de la combustion des poudres colloïdales, **24**, 613. — La stabilité balistique des poudres colloïdales, **24**, 886.

Bourion (F.) : Les terres rares, **23**, 468.

Bourlet (C.) : Sur les équations aux dérivées partielles simultanées qui contiennent plusieurs fonctions inconnues, **2**, 338. — Traité des bicycles et bicyclettes, **6**, 466. — La bicyclette, sa construction et sa forme, **10**, 714.

Bourne (Gilbert C.) : Les idées de M. Yves Delage sur les grands problèmes de la Biologie générale, **7**, 629.

Bourneville : Le sauvage de l'Aveyron, l'idiotie et la surdimutité, **5**, 722.

Bourquelot (E.) : La réversibilité des actions fermentaires, **24**, 687.

Bourrey (G.) : La formation des ingénieurs et l'enseignement technique supérieur, **21**, 764.

Boutaric (A.) : Les récentes controverses sur la théorie des solutions, **23**, 183. — Sur quelques conséquences physico-chimiques des mesures de viscosité, **25**, 425.

Sur les rayons X secondaires, **23**, 3. — La théorie des solvates, **23**, 92. — La conductibilité électrique et la conductibilité calorifique dans la théorie des électrons, **23**, 494. — Les halos pléochroïques. Nouvelle méthode de détermination de l'âge de la Terre, **24**, 414.

Bouty (E.) : Les gaz envisagés comme diélectriques, **12**, 35.

Coexistence du pouvoir diélectrique et de la conductibilité électrolytique, **3**, 426. — Les capacités initiales de polarisation, **4**, 364. — Capacité électrique du mercure, **5**, 398. — Capacité de l'électromètre capillaire et capacité initiale de polarisation du mercure, **5**, 629. — Nouv. méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques, **9**, 304. — Sur la cohésion diélectrique des gaz, **15**, 46, 753 ; **21**, 664. — Passage de l'électricité à travers des couches de gaz épaisses, **17**, 392.

Bouveault (L.) : La synthèse des alcaloïdes naturels, **2**, 787. — Revue annuelle de Chimie organique, **15**, 195 ; **17**, 941.

Modes de formation et de préparation des aldéhydes saturées de la série grasse, **16**, 370.

Bouvier (E. L.) : L'expédition scientifique de l'Albatros, **2**, 744. — Les abeilles et les fleurs, **15**, 331. — Les Vertebrés de surface, **17**, 263. — La faune péla-

gique des Invertébrés; la mer des Sargasses et sa faune, **17**, 354. — La faune bathypélagique et la faune des grands fonds, **17**, 490. — L'archipel des Açores, **17**, 845. — Les crustacés marins comestibles, **20**, 803. — La variabilité des êtres et l'évolution, **23**, 653, 690.

Lord Avebury (Sir John Lubbock), **24**, 749.

Bouyssou (J.) : Les producteurs laticifères dans le bassin de l'Ogooué, **10**, 828.

Bovet (A. de) : L'état actuel de la navigation intérieure en France. 1re partie : Réseau navigable et matériel de navigation, **7**, 820. — 2e partie : Procédés et frais de traction, **7**, 863.

Boyer (J.) : L'état actuel de l'industrie du marbre en France, **12**, 781.

E. C. Catalan, **5**, 228.

Boyer (Paul) : La langue et la littérature en Bosnie-Herzégovine, **11**, 335.

Boys (C. V.) : Les projectiles pris au vol. Méthode pour l'étude des mouvements dans les gaz, **3**, 661. — La constante de la gravitation, **8**, 46.

Brandsen (P.) : Sur les positions d'E. stable de parallélipipèdes flottants, **21**, 43.

Brasil (L.) : L'appareil digestif des Annélides Polychètes, **16**, 286.

Brault (D. J.) : Les maladies cutanées et vénériennes chez les indigènes musulmans d'Algérie, **15**, 898, 934.

Bréda de Haan (J. van) : Les expériences de M. Beyerinck sur les bactéries lumineuses et leur nutrition, **2**, 81.

Brennand (W.) : Sur le mouvement du parallélogramme de Watt, **4**, 122.

Brester (A.) : L'hypothèse des éruptions solaires, **20**, 495. — Nos protubérances terrestres, **21**, 383.

A propos de l'impossibilité des éruptions solaires, **20**, 690.

Bricard (R.) : Carlo Bourlet, **24**, 717.

Brillié (H.) : L'état actuel de la construction des torpilles et des torpilleurs. 1re partie : Torpilles, **8**, 177. 2e partie : Torpilleurs, **8**, 234. — Le travail électrique des métaux, **9**, 805.

Brillouin (M.) : Sur les expériences de M. Hertz, **1**, 141. — La photographie des objets à très grande distance par l'intermédiaire du courant électrique, **2**, 33. — Les définitions de l'intensité de la lumière et les théories optiques, **4**, 161. — Le progrès des machines volantes. Stabilité, **6**, 766. — Pour la matière, **6**, 1032. — Cycles des moteurs à combustion, **9**, 478. — Réflexions et questions d'un physicien sur le système nerveux, **11**, 172. — Les définitions de la forme de la terre, **11**, 823. — Les réductions de la pesanteur au niveau de la mer. Les différents géoïdes, **11**, 875. — Joseph Bertrand, son enseignement au Collège de France, **12**, 115. — La vie et l'œuvre de Sir George Gabriel Stokes, **15**, 22.

Edmond Becquerel, **2**, 350. — Origine, variations et perturbations de l'électricité atmosphérique, **8**, 641. — La constante de la gravitation universelle et les irrégularités locales de la pesanteur, **11**, 1351. — Les vibrations propres moléculaires et les chaleurs spécifiques des solides, **23**, 411. — Propos septiques au sujet du principe de relativité, **24**, 214.

British (J. P.) : Les effets d'interaction entre navires, **24**, 658.

Broca (A.) : Les variations de période des raies spectrales, **8**, 935. — Causes de variation de l'acuité visuelle, **12**, 197. — Les organes de la télégraphie sans fil, **10**, 507. — Les signaux optiques. Etude des couleurs faibles et des lumières brèves, **13**, 241. — L'œuvre d'Henri Becquerel, **19**, 802. — Les phénomènes mécaniques de la rétine et leur rôle dans la vision, **24**, 458.

Le pouvoir inducteur spécifique des métaux, **17**, 438. — Quelques observations sur l'Espéranto, **15**, 224. — E. Mercadier, **22**, 709.

Broca (A.) et Sulzer (D.) : Le sens lumineux et le sens des formes, **14**, 792.

Brocard (M.) : L'utilisation des sucres dans la nutrition, **13**, 944.

Brochet (A.) : La fixation de l'azote atmosphérique, **22**, 863, 908.

Action du chlore sur les alcools de la série grasse, **7**, 1264. — Hydrogénation catalytique des liquides par des métaux non nobles, **24**, 209; **25**, 618.

Brodie (F. J.) : La récente épidémie d'influenza à Londres, **2**, 661.

Broglie (M. de) : Sur les centres neutres des gaz issus des flammes, **18**, 603. — Sur les suspensions dans les gaz, **20**, 608. — Analyse spectrale des rayons secondaires des rayons de Röntgen, **25**, 696.

Broglie (M. de) et Brizard (L.) : L'ionisation des gaz par voie chimique, **21**, 570.

Brongniart (Ch.) : Recherches pour servir à l'histoire des Insectes fossiles, **7**, 107.

Brown (H. T.) et Escombe (F.) : La diffusion statique des gaz et des liquides et ses relations avec l'assimilation du carbone et ses déplacements dans les plantes, **11**, 1202. — Influence de quantités variables de CO^2 dans l'air sur les processus photosynthétiques des feuilles, **13**, 998.

Bruce (D.) : Rapport préliminaire sur la maladie due à la mouche tsé-tsé, ou nagana, **7**, 586. — Découverte d'un nouv. Trypanosome, **13**, 317.

Bruce (W. S.) : Projet d'Expédition écossaise au Pôle sud, **11**, 820.

Bruhat (G.) : Sur la propagation de la lumière dans les milieux actifs absorbants, **25**, 726.

Brumpt (E.) : Le diagnostic des épizooties parasitaires par l'examen microscopique des déjections, **22**, 123.

Brun (Alb.) : Les recherches modernes sur le volcanisme, **21**, 51.

Bruner (L.) : Les faux équilibres chimiques : surfusion et sursaturation, **7**, 278.

Brunet (Louis) : Le Congrès de Sheffield de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, **21**, 940. — Constitution chimique et structure cristalline. La théorie de Barlow-Pope, **22**, 942. — La nature des rayons X et la structure réticulaire des corps cristallisés, **24**, 101. — Les répercussions de la guerre sur la production et l'approvisionnement de certains métaux, **25**, 777.

Les diamants de l'acier, **7**, 798. — Le frein électropneumatique de M. Chapsal, **8**, 42. — Ludwig Mond, **21**, 2. — Henri Caro, **21**, 842. — Le capitaine R.-F. Scott, **24**, 129. — Le centenaire de Livingstone, **24**, 257.

Brunhes (B.) : Idées nouvelles sur la photographie des couleurs, d'après les derniers travaux de Wiener, **6**, 609. — Les travaux récents de magnétisme terrestre dans la France centrale, **16**, 804. — L'évolution des dépressions barométriques et les règles de prévision de M. Guilbert, **20**, 393.

La réflexion cristalline interne, **4**, 365; **5**, 20; **6**, 762. — Durée d'émission des rayons Röntgen, **12**, 344. — La fondation Carl Zeiss, **19**, 558.

Brunhes (J.) : Le nouvel aspect des questions tunisiennes, **5**, 848. — La série des phénomènes éruptifs de la Russie méridionale (Crimée et Caucase), **11**, 641. — Le problème de l'érosion et du « surcreusement » glaciaires, **19**, 91, 844.

Bruno : Nouv. études sur la bile, **12**, 60.

Brunton (Sir L.) et Rhodes (H.) : Sur la présence d'un enzyme glycolytique dans le muscle, **12**, 682.

Bruntz (L.) : Etude de l'excrétion chez les Arthropodes, **15**, 613.

Bruylants (P.) : Louis Henry, **24**, 453.

Bryan (G. H.) : La théorie cinétique des atmosphères planétaires, **11**, 1111.

Buchanan (J. Y.) : Rech. sur le poids spécifique et le déplacement de quelques solutions salines, **24**, 780.

Buchner (Ed.) : La fermentation alcoolique du sucre, **21**, 502.

Buckmaster (G. A.) et Gardner (J. A.) : Vitesse d'absorption et d'élimination du chloroforme dans l'anesthésie, **18**, 944.

Bucquoy (M.) : La peste à bord du « Sénégal ». Une quarantaine au Frioul, **12**, 956.

Budin (P.) : Les sages-femmes et l'antisepsie, **1**, 106. — Lait stérilisé et allaitement. I. Stérilisation du lait, **4**, 685; II. Allaitement, **4**, 764.

BUFFAULT (P.) : La forêt et les inondations, **21**, 894. — La forêt, l'alimentation des sources et le régime des cours d'eau, **22**, 841.
BUGNION (E.) : La fourmi rouge de Ceylan, **20**, 940.
BUHL (A.) : Sur les équations différentielles simultanées et la forme aux dérivées partielles adjointe, **12**, 717.
BUISSON (H.) : Nouv. détermination de la masse du décimètre cube d'eau pure, **16**, 487.
BUISSON (H.) et FABRY (CH.) : La lumière ultra-violette, **22**, 309.
BUNTE (H.) : Les progrès récents de l'éclairage par les flammes, **9**, 456.
BURCH (G. J.) : La cécité temporaire artificielle pour les couleurs. Examen des sensations colorées de 109 personnes, **9**, 727.
BURKE (J. B.) : Sur la fluorescence et l'absorption, **16**, 624.
BYK (A.) : Relations entre l'absorption de l'énergie radiante et la constitution chimique des corps, **17**, 959.

C

CAGNAT (R.) : Les mines et les carrières de la Tunisie dans l'antiquité, **7**, 1054.
CAHEN (E.) : Sur la fonction $\zeta(s)$ de Riemann et sur des fonctions analogues, **6**, 564.
CAILLER (C.) : Henri Résal (1828-1896), **7**, 893.
CAILLETET (L.) et COLARDEAU (E.) : La pile à gaz, **5**, 882.
CALLANDREAU (O.) : Revue annuelle d'Astronomie, **4**, 44; **11**, 746; **12**, 712.
CALLENDAR (H. L.) : Dilatation de la silice, **12**, 389. — Appareil pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur, **16**, 966.
CAMESCASSE (J.) : L'initiateur mathématique, **21**, 717.
CAMICHEL (C.) : Absorption de la lumière par les cristaux, **6**, 293, 860.
CANDLOT (E.) : Industrie des chaux hydrauliques et des ciments en France, **6**, 299.
CANNON (W. B.) : Le contrôle acide du pylore, **19**, 300.
CANU (E.) : Les Copépodes du Boulonnais, **3**, 718.
CAPSTICK (J. W.) : Rapport des chaleurs spécifiques de quelques gaz composés, **6**, 249. — Sur la chute de potentiel près de la cathode dans les gaz, **9**, 798.
CAQUERAY (Gaston de) : La défense des colonies et la guerre sur mer hors d'Europe, **13**, 389.
CARDOSO (E.) : Revision des constantes critiques des gaz liquéfiables, **23**, 878.
CAREZ (L.) : Revue annuelle de Géologie, **1**, 576; **2**, 608; **3**, 639.
CARNOT (A.) : Les cartes agronomiques communales, **7**, 766.
CARNOT (P.) : Rech. sur le mécanisme de la pigmentation, **8**, 438.
CARNOT (P.) et AMET (P.) : Diabète et ilots de Langerhans, **16**, 1068.
CARPENTIER (A.) : Contrib. à l'étude du Carbonifère du nord de la France, **25**, 491.
CARTAN (E.) : Structure des groupes de transformation finis et continus, **6**, 441.
CARTAUD : Voir OSMOND.
CARVALLO (E.) : Influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double réfraction, **1**, 275. — Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette, **12**, 544.
CARVALLO (J.) : L'eau et le mercure sous pression, **24**, 7.
Conductibilité électrique de SO^2 liquide et de quelques autres liquides purs, **25**, 415.
CASPARI (E.) : L'unification des longitudes et l'heure universelle, **1**, 321. — Les méthodes de l'ancienne et de la nouvelle navigation, **5**, 1. — Les études récentes sur le pendule, **6**, 401.
Le vice-amiral Jurien de la Gravière, **3**, 303. — Bouquet de la Grye, **21**, 133.
CASSLANT (E.) : Un nouveau procédé industriel de coloration sans couleur matérielle, **9**, 765.
CASTELLANI (A.) : Découverte d'une espèce de trypanosome dans le fluide cérébrospinal au cours de la maladie du sommeil, **14**, 965.
CASTEX (Dr A.) : La trépanation du crâne, **1**, 546.
Cl. Trélat, **1**, 255.
CATOIS (E.) : Rech. sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons, **12**, 813.
CAULLERY (M.) : Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux, **15**, 324. — Revue de Zoologie générale, **23**, 353, 395.
Etude des Ascidies composées, **6**, 949. — Alfred Giard, **19**, 761. — Anton Dohrn, **20**, 829. — Alexandre Agassiz, **21**, 318. — Armand Sabatier, **22**, 97.
CAULLERY (M.) et MESNIL (F.) : Revue annuelle de Zoologie, **14**, 608; **15**, 594; **17**, 34, 83; **18**, 833; **20**, 845, 877. — Le 6e Congrès international de Zoologie (1904), **15**, 895.
CAURO (J.) : Mesures sur le microphone, **10**, 791.
CAUSTIER (E.) : Le monde malgache, **6**, 650. — Les productions coloniales néerlandaises et le Musée colonial de Haarlem, **7**, 113. — L'état actuel du trafic et de l'industrie de l'ivoire, **8**, 809.
Une thèse de doctorat sur Madagascar, **13**, 661. — L'âme soudanaise, **14**, 61. — La culture du coton dans l'Afrique occidentale française, **14**, 299. — L'expédition anglaise de la « Discovery » vers le pôle Sud, **14**, 534. — La mission Auguste Chevalier à la Sorbonne, **15**, 578. — Le Musée colonial de Haarlem, **17**, 961. — Le développement économique de la République Argentine, **20**, 204.
CAVAILLÈS (H.) : L'économie pastorale dans les Pyrénées, **16**, 777.
CAVALIER (J.) : Rech. sur les éthers phosphoriques, **10**, 448. — La formation des chimistes-experts, **17**, 583.
CENTANNI : La peste des oiseaux, **13**, 408.
CESARI (C.) et MANICARDI (C.) : Rech. de photométrie photographique, **17**, 60.
CHABOSEAU (A.) : L'Observatoire populaire de Zurich, **21**, 134.
CHABOSEAU-NAPIAS (Louise) : L'Institut Pasteur de Tokyo, **20**, 692. — La « Carnegie Institution » de Washington, **20**, 900. — The Rockefeller Institute for medical research, **21**, 589.
CHAILLEY-BERT (J.) : Les conditions économiques et sociales de la colonisation agricole en Tunisie, **7**, 1111. — La méthode dans les études coloniales, **8**, 912. — L'Institut botanique de Buitenzorg, **9**, 397. — La concurrence des races à Java. La question chinoise, **9**, 845. — L'irrigation dans les Indes anglaises, **14**, 480, 542. — Les tribus de la Haute-Birmanie et la politique ethnographique de l'Administration britannique, **18**, 435.
CHALEIL (P.) : L'utilisation des vapeurs d'échappement, **15**, 1041.
CHALOT (G.) : Le jardin d'essai de Libreville, **10**, 187.
Conservation de la faculté germinative des graines de cacaoyer, **10**, 127.
CHAMPY (C.) : Le sort des tissus cultivés en dehors de l'organisme, **24**, 790.
CHANTEMESSE (A.) : La sérothérapie de la fièvre typhoïde. Opsonisation antityphoïde, **18**, 738.
CHANUTE (O.) : L'aviation en Amérique, **14**, 1133.
CHAPLET (A.) : Voir MAIN (W. K.).
CHAPLET (A.) et ROUSSET (H.) : L'état actuel des industries du caoutchouc, **22**, 449.
CHAPPUIS (P.) : La thermométrie à gaz, **11**, 950; **12**, 1091. — Voir HARKER (J. A.).
CHAPUT (Dr H.) : Les conditions de succès des grandes opérations sur l'intestin, **4**, 591.
CHARABOT (E.) : L'état actuel de l'industrie des parfums artificiels, **12**, 524. — Les manifestations chimiques de la vie végétale, **14**, 663.
Genèse des composés terpéniques dans les végétaux, **12**, 634.
CHARCOT (Dr J.) et DARBOUX (G.) : Examen psychologique du calculateur Inaudi, **3**, 414.
CHARON (E.) : Composés non saturés et radicaux négatifs, **15**, 440.
Alphonse Combes, **7**, 933. — Sur l'aldéhyde crotonique, **9**, 585.
CHARPENTIER (A.) : L'origine et le mécanisme des différentes espèces de sensations lumineuses, **9** 530.
CHARPY (G.) : Les travaux de la Commission du grisou, **1**, 540. — Un nouveau type de composé chimique, le nickel-tétracarbonyle, **1**, 657. — Les théories régnantes sur la constitution des solutions salines, **2**, 642. — Les solutions, **4**, 39. — Les nouvelles recherches

de W. Ramsay sur l'argon et l'hélium, 6, 297. — Les actions chimiques de la lumière et de la chaleur, 6, 582.

J. B. Stas, 3, 40. — Rech sur les solutions salines, 3, 556. — La trempe de l'acier, 6, 437. — L'élasticimètre de M. Ch. Frémont pour l'étude de poinçonnage, 7, 223. — Le comparateur automatique enregistreur Hartmann, 6, 945. — La technique de la séparation de l'argon et l'analyse de l'air, 6, 1017. — Appareils pour l'examen microscopique des corps opaques, 7, 1.260. — Recherches nouvelles sur les aciers au nickel, 8, 487.

Charrin (A.) : Le choléra en Espagne et les mesures prophylactiques, 1, 441. — La nature des sécrétions microbiennes, 2, 129. — Cellule animale et cellule microbienne, 4, 4. — La résistance aux virus, 4, 561. — L'hérédité et l'immunité, propriétés cellulaires, 5, 115. — Les toxines; mécanisme de leur action, 6, 24. — L'hérédité en pathologie, 7, 1. — Les défenses antitoxiques de l'économie. Humeurs antitoxiques; organes antitoxiques, 7, 409. — Le Congrès médical de Moscou, 8, 732. — La genèse des tares cellulaires des rejetons issus de mères malades, 11, 249.

Chaslin (Ph.) : La confusion mentale primitive, 9, 469.

Chassériaud (R.) : Essai d'une théorie cinématique de la musique, 19, 355.

Chassevant (A.) : Les découvertes récentes sur la fonction thyroïdienne, 7, 813.

Chaudier (J.) : Sur les propriétés électro-optiques des liqueurs mixtes, 21, 32.

Chaumes (A. des) : Les funiculaires aériens pour voyageurs, 25, 144.

Chautard (J.) : Le problème de l'origine des pétroles, 25, 588.

Chauveau (A. B.) : Variation diurne de l'électricité atmosphérique, 9, 725. — Quelques théories relatives à l'électricité atmosphérique, 10, 453. — L'ionisation de l'air en vase clos et la radiation pénétrante, 25, 175.

Chauveaud (G.) : Recherches sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées, 2, 650.

Chéneveau (C.) : Rech. sur les propriétés optiques des solutions et des corps dissous, 19, 670.

Chéneveau (C.) et Laborde (A.) : Appareil pour la mesure de la radio-activité d'après la méthode électroscopique, 19, 1008.

Chevalier (Aug.) : Les richesses du Congo Français, 23, 497.

Monographie des Myricacées, 13, 49.

Chevalier (Aug.) et Perrot (Em.) : Les kolatiers et les noix de kola, 23, 29.

Chevalier (S.) : Le Haut Yang-tsé, 12, 545.

Chevrel (R.) : Anatomie du système nerveux grand sympathique des Elasmobranches et des Poissons osseux, 1, 277.

Chodat (R.) : Philippe van Tieghem, 25, 661.

Chree (C.) : Application des solides élastiques à la métrologie, 12, 591. — Relations entre la fréquence des taches solaires et le magnétisme terrestre, 15, 568.

Chudeau (R.) : L'Exposition minière de Constantine, 15, 702.

Le Sahara soudanais, 20, 963.

Cioffi (E.) : Le traitement du tétanos par la méthode de Baccelli, 13, 179.

Clairin (J.) : Sur les transformations de Backlund, 13, 535.

Claude (A.) et Driencourt (L.) : La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position, 16, 972. — L'instrument des hauteurs égales en Astronomie de position ou astrolabe à prisme, 16, 1071.

Claude (A.), Ferrié (G.) et Driencourt (L.) : Emploi de la télégraphie sans fil pour la détermination des longitudes, 22, 518, 562.

Claude (G.) : L'oxygène industriel, 20, 923.

La liquéfaction de l'air et ses applications, 17, 52. — Récupération frigorifique des vapeurs diluées dans de grandes quantités d'air, 21, 358. — Une nouveauté dans l'éclairage : la lumière du néon, 21, 1003.

Clavière (Jean) : L'audition colorée, 11, 975.

Clerget (P.) : L'esprit scientifique dans les méthodes d'expansion commerciale de l'Allemagne, 13, 334. — L'esprit scientifique dans l'expansion commerciale de l'Algérie, 15, 132. — L'esprit scientifique dans l'Enseignement commercial, 16, 649. — La mise en valeur et l'utilisation économique du Rhin, 17, 1059. — La navigabilité du Rhône, 20, 541. — Le commerce du Maroc, 25, 356. — Revue de Géographie économique, 23, 278 ; 25, 517.

Le tunnel du Simplon et les voies d'accès françaises, 15, 171. — La question du coton, 15, 529. — Le canal des Deux-Mers, 15, 631. — Les résultats scientifiques du percement du Simplon, 15, 676. — La rénovation de l'Asie Mineure et le commerce français dans le Levant, 15, 1112. — La pénétration économique du Sahara, 16, 245. — La valeur économique du Soudan central, 16, 409. — La Loire navigable et le projet du « Grand Central » français, 16, 449. — Le rôle économique du chemin de fer transandin, 16, 632. — La production du bétail français et la consommation de la viande, 16, 879. — L'Indochine française et ses chemins de fer, 16, 881. — Le port de Paris, 16, 927. — L'industrie française de la soie devant la concurrence internationale, 16, 1069. — Le développement de l'Afrique occidentale française, 17, 164. — Le canal de Suez, 17, 213. — La question du caoutchouc, 17, 352. — Les glaciers de la Savoie, 17, 401. — Le commerce marocain, 17, 440. — Le Soudan égyptien et son nouveau chemin de fer, 17, 681. — La production et la consommation du cacao, 18, 53. — Les bases scientifiques de la Sociologie, l'Institut Solvay, 18, 306. — L'action comparée de l'érosion torrentielle et de l'érosion glaciaire, 18, 433. — La production et la consommation du thé, 18, 775. — La production et la consommation du jute en 1906, 19, 176. — Les pêcheries de Terre-Neuve en 1906, 19, 216. — L'abandon de la Guyane française, 19, 261. — La production du cuivre et son marché en 1907, 19, 383. — Les transformations du port du Havre, 19, 601. — La production et la consommation de la laine, 19, 641. — La production de l'or en 1907, 19, 765. — L'élevage de l'Autruche dans la colonie du Cap, 19, 929. — Les récents progrès de la navigation sur le Rhin supérieur, 20, 392. — L'industrie électro-chimique en Suisse, 20, 479. — Les chemins de fer électriques en Suisse, 20, 654. — Les industries chimiques en Italie, 20, 691. — L'essor économique du Dahomey, 20, 765. — La question du Spitzberg, 21, 922. — La production et la répartition géographique du pétrole, 22, 3. — La question du soja, 22, 100. — L'extension des voies ferrées en Asie russe, 22, 145. — La production des métaux précieux en 1910, 22, 262. — L'état actuel du chemin de fer de Bagdad, 22, 437. — Le projet d'un canal maritime entre Rouen et Paris, 22, 517. — Le mécanisme des variations glaciaires, 22, 555. — Le percement du tunnel du Lötschberg, 22, 594. — La valeur économique de la Tripolitaine, 22, 862. — Le port de Casablanca, 24, 46. — La valeur économique de l'Extrême-Sud tunisien, 24, 88. — La production et le commerce du blé dans le monde, 24, 256. — La situation économique du Territoire du Tchad, 24, 293. — L'essor économique de la Lorraine, 24, 377. — La question des Nouvelles-Hébrides, 25, 49. — La périodicité des crues glaciaires, 25, 137. — Le rendement du travail de l'ouvrier mineur, 25, 174. — La production métallurgique et minière aux Etats-Unis, 25, 285.

Clerke (Mlle A. M.) : Les recherches sur les basses températures à l'Institution Royale de Londres, 13, 130.

La distance des Pléiades, 4, 307.

Cligny (A.) : Vertèbres et cœurs lymphatiques des Ophidiens, 10, 834.

Clowes (F.) : Composition des atmosphères extinctives produites par les flammes, 6, 473.

Clozel (M.) : La pénétration dans la Côte d'Ivoire, 12, 596.

Cohen (Ern.) : Recherches physico-chimiques sur les maladies contagieuses des métaux, 21, 323.

Cohnheim (O.) : Sur l'érepsine diastase de l'intestin, 12, 1044.

Coignet : Les gisements aurifères de l'Australie occidentale, 11, 866.

Coker (E. G.) : Les applications de la lumière polarisée aux problèmes de la distribution des efforts en Mécanique appliquée, 24, 918.

Colardeau (E.) : Le problème scientifique d'une langue artificielle. Fondements et progrès de l'Esperanto, 14, 947. — Voir Cailletet (L.).

Construction des tubes de Crookes destinés à la photographie par les rayons Rœntgen, 7, 841. — Sur les effets de relief stéréoscopique, 13, 360.

Collet (L. W.) : Sir John Murray, 25, 461.

Collie (J. N.) et Ramsay (W.) : Action des décharges électriques sur l'argon et l'hélium, 7, 761.

Colson (C.) : La préparation aux Ecoles techniques supérieures. **15**, 299.
Colson (R.) : La phosphorescence et la fluorescence en photographie, **8**, 308.
Combebiac (G.) : Calcul des triquaternions, **13**, 583.
Combes (A.) : Le Congrès international de nomenclature chimique tenu à Genève du 18 au 24 avril 1892, **3**, 257. — La nomenclature chimique au Congrès de Pau, **3**, 597.
A. W. von Hofmann, **3**, 432.
Conklin : L'œuf des Ascidies est une mosaïque de substances déterminantes d'organes, **16**, 408.
Conroy (J. T.) : La catalyse et ses applications industrielles, **13**, 563.
Conte (A.) : Contributions à l'embryologie des Nématodes, **13**, 891.
Contejean (Ch.) : Contrib. à l'étude de la physiologie de l'estomac, **4**, 150.
Contremoulins (G.) : Les conditions d'exercice de la radiographie appliquée au diagnostic médical, **18**, 1012.
Convert (F.) : Le rôle de la science dans l'évolution de l'agriculture, **6**, 56.
Coradin (E.) : Les ondes aériennes, **15**, 182.
Corbin (P.) : La Stéréoautogrammétrie, **25**, 223, 541, 621.
Cordier (J. A.) et Le Grand (N. E.) : L'état actuel et les besoins de l'industrie des vins de Champagne, **10**, 92. — Les maladies microbiennes des vins blancs d'origine champenoise, **17**, 790.
Cornille (A.) et Goudard (J.) : Avant-projet d'une voie de communication du Stanley-Pool à la mer, **5**, 786.
Cornu (A.) : La photographie céleste, **3**, 345. — Quelques mots de réponse à « La déroute de l'atomisme contemporain », **6**, 1030. — L'Ecole Polytechnique. Le but de son enseignement. L'esprit qui doit inspirer ses programmes, **7**, 898. — La théorie des ondes lumineuses. Son influence sur la Physique moderne, **10**, 541. — Discours d'ouverture du Congrès international de Physique (1900), **11**, 919.
Les anomalies des réseaux, **4**, 403. — Les vibrations transversales des cordes, **7**, 233. — Nouv. méthode pour la détermination des trois paramètres optiques d'un cristal par le réfractomètre, **12**, 1147.
Cornu (M.) : L'acclimatation végétale en Tunisie et le jardin d'essai de Tunis, **7**, 1080.
Cotte (J.) : Etude de la nutrition chez les Spongiaires, **15**, 360.
Cotton (A.) : L'aspect actuel de la loi de Kirchhoff, **10**, 102. — Les progrès de l'Espéranto, **20**, 223. — La publication des œuvres de Pierre Curie, **20**, 438. — Une théorie du phénomène de Zeeman : la théorie de Ritz, **22**, 597. — La production des champs magnétiques et le projet du gros électro-aimant de l'Université de Paris, **25**, 626, 665.
Réseaux obtenus par la photographie de franges d'interférence, **12**, 774 ; **13**, 496. — Remarques sur le phénomène de Zeeman, **20**, 518.
Cotton (A.) et Mouton (H.) : Les objets ultramicroscopiques, **14**, 1184.
Observation des objets ultramicroscopiques, **14**, 885. — Sur la biréfringence magnétique de certains liquides, **16**, 1060 ; **17**, 72, 1088 ; **18**, 987 ; **21**, 571 ; **24**, 449.
Couette (M.) : Etude sur le frottement des liquides, **1**, 491.
Coupeau : La dilatation des pâtes céramiques, **9**, 922.
Courmont (J.) : La stérilisation de l'eau potable par les rayons ultra-violets, **22**, 332.
S. Arloing, **22**, 261.
Courtellemont (Gervais) : La rénovation de l'Asie, **11**, 1272. — L'Islam en Bosnie-Herzégovine, **11**, 463. — La France en Afrique, **12**, 874.
Courtois (G.) : Nouv. appareil enregistreur pour câbles sous-marins, **8**, 610.
Coustet (E.) : Les récents progrès de la photographie des couleurs, **17**, 599. — Les halos photographiques, **23**, 930. — La cinématographie en couleurs, **25**, 645.
La photographie des couleurs sur papier : le procédé par décoloration, **23**, 171. — L'hypersensibilisation des plaques autochromes, **23**, 459. — Développement et fixage simultanés des plaques et épreuves photographiques, **23**, 650. — La destruction de l'image latente, **24**, 172. — Virage par sulfuration des images photographiques, **24**, 255. — La teinture photographique, **24**, 490. — La rotogravure, **24**, 685. — Un nouveau révélateur photographique : le chloranol, **24**, 830. — Photographie des couleurs sur papier : le procédé par décoloration, **25**, 135. — L'ozobromie, **25**, 288. — Fixage des papiers photographiques, **25**, 731.
Coutagne (H.) : Rech. expérimentales sur l'hérédité chez les vers à soie, **14**, 680.
Coutière (H.) : Les Alphéidés, **10**, 404.
Couvreur (E.) : Sur le pneumogastrique des Oiseaux, **3**, 652.
Coux (H. de la) : L'état actuel de l'industrie de l'ozone, **19**, 58. — La cellulose et l'état actuel de l'industrie de la soie artificielle, **21**, 203.
Crémieu (V.) : L'électrodynamique des corps en mouvement, **12**, 981. — Le problème de la gravitation, **18**, 7.
Galvanomètre-électrodynamomètre-électromètre absolu, **12**, 589. — Nouv. électromètre idiostatique, **24**, 208.
Croneau (A.) : Les progrès récents de la marine, **4**, 441. Revue annuelle des progrès de la marine, **6**, 451. — Les récents travaux des « Naval architects » américains, **7**, 605. — Quelques réflexions sur la Marine, **17**, 310. — Les cuirassés modernes, **19**, 777, 813. — Etat actuel des marines de guerre et de commerce, **23**, 665, 695.
Crookes (W.) : Les décharges électriques dans les gaz raréfiés et la constitution de la matière, **2**, 161, 216. — Les spectres de l'argon, **6**, 99.
L'évaporation électrique, **2**, 430, 497. — La radio-activité de l'uranium, **11**, 949. — Transformation de l'Az et de l'O atmosphériques en acide nitrique, **13**, 850. — Une nouv. formation du diamant, **16**, 961.
Crouzet (E.) : A propos de la stéréoautogrammétrie, **25**, 463, 542.
Croze (F.) : Etudes nouvelles sur la constitution des spectres de lignes, **25**, 702.
Cuénot (L.) : Les ancêtres et le développement de l'individu, **3**, 326. — La nouvelle théorie transformiste : Jäger, Galton, Nussbaum et Weissmann, **5**, 74. — La détermination du sexe, **7**, 476. — L'évolution des théories transformistes, **12**, 264. — Les recherches expérimentales sur l'hérédité mendélienne, **15**, 303. — Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation, **19**, 860. — Le peuplement des places vides dans la nature et l'origine des adaptations, **20**, 8.
A. R. Wallace, **24**, 869.
Culmann (P.) : Nouv. réfractomètres, **12**, 345.
Cunningham (J. P.) : L'embarquement du charbon à la mer, **20**, 26.
Cunningham (J. T.) et Mac Munn (Ch. A.) : La coloration de la peau des Poissons, en particulier des Pleuronectides, **4**, 303.
Cureau (Dr A.) : Notes sur l'Afrique équatoriale, **12**, 558, 598. — Essai sur la psychologie des races nègres de l'Afrique tropicale, **15**, 638, 679. — Essai sur la psychologie de l'Européen aux pays chauds, **17**, 362, 410.
Curie (Sklodowska) : Les rayons de Becquerel et le polonium, **10**, 41.
Curie (P.) : Conductibilité du quartz, **3**, 438, 495. — Variations des propriétés magnétiques des corps à différentes températures, **4**, 299 ; **5**, 397 ; **6**, 637. — Symétrie dans les phénomènes physiques, **5**, 93. — Propriétés des corps radio-actifs, **11**, 160. — Le dégagement de chaleur spontané du radium, **14**, 885. — Lois de la disparition de la radio-activité induite par l'émanation du radium, **16**, 291.
Curie (P.) et Sagnac (G.) : Electrisation négative des rayons secondaires dérivés des rayons X, **12**, 498.
Curtel (G.) : Rech. physiologiques sur la fleur, **11**, 42.
Cuthbertson (C.) : L'indice de réfraction des éléments, **16**, 41.
Cyon (E. de) : Les glandes régulatrices de la circulation et de la nutrition, **12**, 828. — Le labyrinthe de l'oreille considéré comme l'organe des sens mathé-

matiques de l'espace, du temps et du nombre, **18**, 634; **20**, 230.

CYPRIEN (Le P.) : Nouv. théorie des sphères transinscrites, **9**, 665.

D

DAGUILLON (A.) : Rech. morphol. sur les feuilles des Conifères, **1**, 521.

DALK (H. H.) : Les îlots de Langerhans du pancréas, **15**, 322.

DAMOUR (E.) : Les récents progrès du chauffage dans les grands foyers industriels, **5**, 437. — Etat actuel de la verrerie et de la cristallerie en France, **7**, 68, 135.

Le rôle de la science et des laboratoires industriels dans les usines céramiques, **8**, 362.

DANIEL (L.) : La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis, **10**, 600. — Les variations spécifiques dans la greffe ou hybridation asexuelle, **13**, 695.

DANNE (G.) : L'instrumentation en radiumthérapie, **24**, 581.

DANYSZ (J.) : Les rayons β des éléments radio-actifs de la famille du radium, **24**, 208.

DARBOUX (G.) : Les origines, les méthodes et les problèmes de la Géométrie infinitésimale, **19**, 846.

Voir CHARCOT (J.).

DARBOUX (J. G.) : Rech. sur les Aphrodisiens, **11**, 906.

DARLING (Ch.) : Nouv. calorimètre pour déterminer les chaleurs de combustion, **13**, 1112.

DARMOIS (Eug.) et LEBLANC FILS (M.) : Sur l'arc au mercure à courant alternatif, **25**, 455.

DARWIN (F.) : Observations sur les stomates, **9**, 874.

DARWIN (G. H.) : Appareil pour faciliter la réduction des observations de marées, **4**, 58.

DAUTRICHE (H.) : Voir TAFFANEL (J.).

DAWSON (H. M.) : Etat de l'acide acétique dans ses solutions, **13**, 733.

DAY (W. C.) : La production artificielle des asphaltes, **10**, 651.

DEBIERNE (A.) : Le radium et la radio-activité, **15**, 11, 60. — L'état actuel de nos connaissances sur la radio-activité, **19**, 691, 730.

Les transformations des corps radio-actifs, **23**, 259.

DECROCK (E.) : Anatomie des Primulacées, **13**, 355.

DEFFORGES : Les anciennes et les nouvelles mesures de la méridienne de France, **3**, 177.

DEHÉRAIN (F.) : La fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Oligurie et Tachycardie, **15**, 310.

DEHÉRAIN (Henri) : Le Sahara, **4**, 459. — Les nouvelles voies de communication britanniques, **10**, 270. — La mise en valeur de Madagascar depuis l'occupation française, **10**, 554. — Revue annuelle de Géographie et d'Exploration, **5**, 378 ; **6**, 620 ; **7**, 651 ; **9**, 713 ; **10**, 955 ; **11**, 1233 ; **13**, 39 ; **15**, 944.

Les Anglais à Zanzibar, **7**, 848. — Les relations commerciales de l'Egypte avec le Soudan oriental, **7**, 1229. — La descente du Niger par la Mission Hourst, **8**, 88. — Antoine d'Abbadie, **8**, 285. — Le Soudan égyptien sous Méhémet Ali, **9**, 254. — Un colonial allemand : Paul Kayser, **9**, 363. — Un voyage transafricain du Zambèze au Caire, **9**, 480. — Oscar Baumann, **10**, 541. — Voyage de M. E. J. Bastard à travers la Fiherenana, **11**, 170. — L'explorateur Serpa Pinto, **12**, 111. — Voyage de M. Hugues Le Roux dans l'Ethiopie occidentale, **12**, 556. — Adolf Erik Nordenskiöld, **12**, 778. — Les Hereros, **15**, 113. — Stanley et son œuvre africaine, **15**, 525.

DEHÉRAIN (P. P.) : Gay-Lussac, **1**, 477. — L'épuisement des terres par la culture sans engrais (acide phosphorique), **2**, 657. — La culture du blé en France, **13**, 763. — Revue annuelle d'Agronomie, **2**, 817 ; **3**, 789 ; **4**, 731 ; **5**, 867 ; **6**, 1008 ; **8**, 65 ; **9**, 150 ; **10**, 63 ; **11**, 83 ; **13**, 152.

Edmond Frémy, **5**, 139.

DEHÉRAIN (P. P.) et DEMOUSSY (E.) : Influence nocive de traces de cuivre sur la germination des graines, **12**, 1097.

DEISS (J. A.) : Les industries des Européens en Tunisie, **7**, 1138.

DELAGE (Y.) : Méridiens de l'œil ; jugements sur la direction des objets, **3**, 114. — Une science nouvelle : la Biomécanique, **6**, 441. — L'état actuel de la biologie et de l'industrie des éponges, **9**, 733. — Les théories de la fécondation, **12**, 864. — Essai sur la constitution des idées, **24**, 134.

La parthénogénèse provoquée chez les Echinodermes, **12**, 992.

DELAGE (Y.) et GOLDSMITH (M.) : La parthénogénèse naturelle et expérimentale, **25**, 492.

DELASSUS (E.) : Sur les équations linéaires aux dérivées partielles à caractéristiques réelles, **7**, 265.

DELAVAUD (L.) : Voir DELONCLE (J. L.).

DELDEN (A. van) : Les bactéries actives dans le rouissage du lin, **15**, 216.

DELEBECQUE (A.) : L'étude des lacs dans les Alpes et le Jura français, **3**, 233.

DELEHAYE (H.) : L'Observatoire populaire de Rouen, **21**, 226.

DELÉPINE (G.) : Rech. sur le calcaire carbonifère de la Belgique, **22**, 658.

DELÉPINE (M.) : Amines et amides dérivés des aldéhydes, **9**, 722.

DELEZENNE (C.) et FROUIN (A.) : Sur le suc pancréatique, **13**, 709.

DELONCLE (J. L.) et DELAVAUD (L.) : Le Congo français au point de vue historique et politique, **5**, 773.

DEMARÇAY (E.) : Les Terres rares, **1**, 396. — L'analyse quantitative et la spectroscopie, **4**, 725. — Le spectre du radium, **11**, 1044.

Auguste Cahours, **2**, 238.

DEMENGE (E.) : Etat actuel du travail du fer et de l'acier. I. Forgeage et laminage, **6**, 870 ; II. Produits de forge. Conditions géographiques et économiques de la production, **6**, 917. — Le gaz à l'eau et ses applications, **12**, 203 ; **15**, 71. — L'utilisation directe des gaz de haut-fourneau dans les machines, **11**, 125, 180. — Les travaux publics en Bosnie-Herzégovine, **11**, 472. — L'état actuel des industries en Bosnie-Herzégovine, **11**, 528. — Le prochain Congrès international des Mines et de la Métallurgie (1900), **11**, 742. — Les explosions de poussières dans les mines d'expérience, **24**, 461.

Influence du froid sur les qualités des métaux, **7**, 581. — Relations entre les propriétés mécaniques des fers et aciers et leur composition chimique, **8**, 348. — La coulée centrifuge appliquée au durcissement de la surface des moulages d'acier, **8**, 975. — Les nouvelles chaudières marines Niclausse, **9**, 325. — Un nouveau moteur rotatif à vapeur, **9**, 513. — Les propriétés des aciers au nickel et au manganèse à haute teneur appliquées au durcissement des blindages, **9**, 597. — Le chauffage au gaz des obus avant trempe, **9**, 801. — Le four électrique Stassano pour l'obtention directe du fer et de l'acier, **10**, 722. — Sur la théorie des moteurs à gaz à explosion, à propos de l'utilisation des gaz de haut-fourneau dans les machines, **11**, 622. — Essai des métaux à la flexion par choc de barreaux entaillés, **12**, 942. — L'Exposition de Dusseldorf, **13**, 594.

DEMERLIAC (R.) : Rech. sur l'influence de la pression sur la température de fusion, **10**, 320.

DEMOOR (J.) et VAN LINT (A.) : Le sérum antithyroïdien, **15**, 56.

DEMOUSSY (E.) : Absorption par les plantes de quelques sels solubles, **11**, 1198. — Voir MAQUENNE (L.).

DENIKER (J.) : Les Dahoméens, **2**, 374. — Les us, coutumes et superstitions de l'Inde méridionale, **18**, 276.

A. de Quatrefages, **3**, 139. — Création d'un Catalogue international de la littérature scientifique, **7**, 894. — Deuxième Conférence du Catalogue scientifique international, **9**, 837. — E. T. Hamy, **20**, 1. — La découverte de deux squelettes néanderthaloïdes dans le bassin de la Dordogne et l'*Homo primigenius*, **20**, 56. — Le plus vieil ossement humain, **20**, 615. — Paul Topinard, **23**, 213. — L'homme fossile de Piltdown, **24**, 916.

DENNING (W. F.) : Découverte d'un cinquième satellite de Jupiter, **3**, 676.

DEPÉRET (C.) : Revue annuelle de Paléontologie, **21**, 556.

DEPÉRET (C.), OFFRET (A.) et VALLOT (J.) : Le chemin de fer du Mont Blanc, **10**, 548.

DEPREZ (M.) : La transformation directe de la chaleur en travail mécanique par l'emploi des alliages de ferro-nickel, **9**, 71.

DEREIMS (A.) : Rech. géologiques dans le sud de l'Aragon, **10**, 484.

Desaint (L.) : Sur quelques points de la théorie des fonctions, 8, 962.
Deschamps (G.) : Vue générale de la Tunisie, 7, 1009.
Desfosses (Dr P.) : Le pansement moderne d'une plaie, 13, 35. — Radiothérapie et cancer, 16, 123. — Les ions et la thérapeutique, 18, 229.
Desgeans : Emploi des injecteurs d'alimentation sur les locomotives, 11, 50.
Desgrez (A.) et Balthazard (V.) : Régénération de l'air confiné, 13, 749.
Deslandres (H.) et Pérot (A.) : Contribution à la réalisation de champs magnétiques élevés, 25, 212.
Desmarets (M.) : Etat actuel de l'industrie du gaz, 25, 105, 138.
La permutite, 23, 879. — Nouveaux procédés d'épuration du gaz d'éclairage, 24, 3. — La bakelite, 24, 646. — Sifflet indicateur de grisou, 25, 135.
Destenave (Lieutenant-Colonel) : Le lac Tchad, 14, 649, 717.
Dettmar : Application de l'incinération des ordures à la production de l'énergie électrique, 19, 42.
Devanlay (G.) : Les marées de l'écorce terrestre, 20, 241. — La précision des observations astronomiques, 20, 434.
Devaux (H.) : Les lames d'huile étendues sur l'eau et sur le mercure, 24, 143.
Rech. sur les lenticelles, 12, 441. — Propriétés des substances réduites en lames minces, 15, 364. — Sur l'apparition et la disparition des globules dans une mince couche d'huile étendue sur l'eau, 25, 455. — Sur la phase d'équilibre des forces de rassemblement et d'extension agissant sur l'huile déposée sur l'eau, 25, 536.
Devaux-Charbonnel : Mesure de la capacité des longs câbles sous-marins, 16, 292. — Vitesse de fonctionnement des appareils télégraphiques rapides, 18, 381.
Dewar (J.) : Les anomalies dans la liquéfaction de l'azote, 6, 107.
La liquéfaction de l'air et recherches aux basses températures, 7, 274. — Le nadir de la température et les problèmes qui s'y rattachent, 12, 938. — Les volumes spécifiques de la vapeur d'O et d'Az au point d'ébullition de l'O, 13, 997. — Absorption des gaz par le charbon aux très basses températures, 15, 884.
Dewar (J.) et Fleming (J. A.) : Résistance électrique du Bi électrolytique dans un champ magnétique à basse température, 8, 636. — Constantes diélectriques de la glace et de l'alcool à de très basses températures, 8, 926.
Dewar (J.) et Jones (H. O.) : Propriétés du fer-carbonyle, 17, 103. — Sur un nouveau fer-carbonyle et sur l'action de la lumière et de la chaleur sur les fer-carbonyles, 18, 337.
Diaz-Ossa (B.) : L'industrie du nitrate de soude au Chili, 23, 389.
Dickson (H. N.) : La circulation des eaux de surface dans l'Atlantique nord, 11, 863.
Diehl (Charles) : L'histoire et les monuments en Bosnie-Herzégovine, 11, 316.
Dienert (F.) : Les sources de la craie, 12, 1007. — L'alimentation des villes en eau potable, 14, 990, 1051. — Hydrologie souterraine et eaux potables, 17, 603. — Les égouts de Paris pendant l'inondation de 1910, 21, 930. — Le Rapport de la Commission des Inondations, 22, 190. — L'alimentation de Paris en eau potable, 24, 693.
Sur la fermentation du galactose et l'accoutumance des levures à ce sucre, 11, 1020.
Diguet (L.) : La formation de la perle fine, 10, 572.
Dixon (H. B.) : La vitesse de détonation dans les mélanges gazeux, 4, 623.
Dommer (F.) : L'état actuel de la production industrielle et de l'utilisation pratique de l'acétylène, 8, 367. — Le raffinage en sucrerie et la fabrication du bioxyde de baryum, 8, 694. — La transmission de la chaleur dans l'industrie, 10, 350.
Dongier (R.) : Le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infrarouge, 9, 127; 10, 248.
Dony Hénault (Octave) : Oxydases et Diastases, 20, 948.
Doriéans (G.) : Particularités de l'osmose des solutions aqueuses, 16, 661.
Doumer (E.) : Rech. sur les pouvoirs réfringents moléculaires de quelques sels, 4, 228.
Doutté (Edm.) : Les Marocains et la Société marocaine, 14, 190, 258, 314, 372.
Douxami (H.) : Le Musée houiller de l'Université de Lille, 18, 610.
Doyon (M.) : Modifications de la coagulabilité du sang consécutives à la destruction expérimentale du foie, 16, 1022.
Driencourt (L.) : Voir Claude (A.).
Drouin (F.) : La traction électrique des trains de chemin de fer, 4, 489.
Drouin de Bouville (R. de) et Mercier (L.) : La furonculose des Salmonides, 21, 1006.
Drzewiecki (S.) : L'aviation de demain, 2, 805.
Drzewina (Mlle A.) : Etude du tissu lymphoïde des Ichthyopsidés, 17, 340.
Duane (W.) : Sur la chaleur dégagée par les corps radioactifs, 20, 683.
Dubois (A.) : Les verres bleus à base d'oxyde de chrome, 9, 599.
Dubois (M.) : La nature tunisienne. Introduction géographique à l'étude de la Tunisie, 7, 937.
Dubois (R.) : Nouvelle théorie du mécanisme des sensations lumineuses, 1, 198. — L'insensibilisation chirurgicale, 2, 353. — Mécanisme de l'action des anesthésiques, 2, 561. — La lumière physiologique, 5, 415 et 529.
Du Bosco de Beaumont (G.) : Tripoli de Barbarie et les intérêts français, 14, 603.
Dubrisay (R.) : La décomposition hydrolytique des sels halogénés de Bi, 22, 39.
Ducamp (L.) : Rech. sur l'embryogénie des Araliacées, 13, 1203.
Duclaux (J.) : La matière organisée, 21, 139. — La constitution de l'eau, 23, 881.
Le maximum de densité et les propriétés physiques de l'eau, 21, 997. — La chaleur spécifique des corps composés; règles d'additivité, 24, 597.
Ducloux (E. Herrero) : Le Musée de la Plata, 22, 826.
Le Congrès scientifique international de Buenos-Aires, 21, 841.
Duddell (W.) : La résistance et les f.é.m. de l'arc électrique, 12, 986.
Dufet (H.) : Polarisation rotatoire dans les cristaux biaxes, 15, 618.
Duffield (W. G.) : Effet de la pression sur le spectre de l'arc, 18, 904; 20, 98, 431; 21, 799.
Dufour (A.) : Le travail de la silice fondue, 14, 464. — Sur les spectres de l'hydrogène, 18, 465. — L'hypothèse de l'existence d'électrons positifs dans les tubes à vide, 20, 470. — Sur des phénomènes de Zeeman dissymétriques rencontrés dans des spectres d'émission, 21, 40. — Rotation spontanée de l'arc à mercure et rotation dans un champ magnétique, 22, 90.
Dufour (H.) : Observations sur la formation des rayons Rœntgen, 7, 191.
Dugast (J.) : L'état actuel de la vinification en Algérie et en Tunisie, 6, 141. — Les phosphates d'Algérie, 8, 769. — L'industrie oléicole en Algérie, 15, 504, 547.
Les traitements arsenicaux en viticulture, 19, 384.
Duhem (P.) : L'évolution de la Mécanique, 14, 63, 119, 171, 247, 301, 352, 416. — Le principe de Pascal. Essai historique, 16, 599. — L'hystérésis magnétique, 17, 8, 64. — Le P. Marin Mersenne et la pesanteur de l'air, 17, 769, 809. — La valeur de la Théorie physique, 19, 7. — Ce que l'on disait des Indes occidentales avant Christophe Colomb, 19, 402. — La notion de théorie physique de Platon à Galilée, 20, 554. — Un précurseur français de Copernic; Nicole Oresme (1377), 20, 866. — La Mécanique expérimentale, à propos d'un livre récent, 21, 462.
Le Jubilé du Prof. van Bemmelen, 21, 802.
Dumas (L.) : A propos de la théorie des aciers au nickel, 14, 810.
Dunoyer (L.) : L'exploration magnétique des mers et les progrès du magnétisme terrestre, durant la première moitié du XIXe siècle, 23, 46.
Sur un compas électromagnétique pour blockhaus, cuirassés et sous-marins, 19, 416. — Etude sur les compas de marine, 20, 962. — App. très sensible pour mesurer les variations de la composante horizontale du magné-

tisme terrestre, **21**, 997. — Rôle spécifique de la nature de la cathode dans la formation des rayons cathodiques, **22**, 346. — Rayonnement matériel, **22**, 661. — La fluorescence des vapeurs des métaux alcalins, **23**, 332. — Conductibilité de la vapeur de sodium, **23**, 645. — Sur l'aberration de sphéricité dans les objectifs, **24**, 483. — Sur la résonance de la vapeur de sodium, **24**, 950; **25**, 576, 695.

Dunstan (W. R.) et Henry (T. A.) : Le poison du *Lotus arabicus*, **11**, 1156; **12**, 938. — La cyanogénèse dans les plantes, **14**, 1067.

Duponchel (A.) : La circulation des étoiles, **13**, 1158.

Dupont (F.) : Les travaux du IVe Congrès international de Chimie appliquée, **11**, 935.

Dupont (G.) : La distribution de la température dans les plantes vivantes, **24**, 418.

Durand-Gréville (E.) : L'aube et l'albe, **19**, 772. — La loi des grains, orageux ou non, **24**, 801.

Dutoit (Paul) : La volumétrie physico-chimique, **21**, 673. — Revue annuelle de Chimie physique, **18**, 365.

Duval (Mathias) : Le placenta des Rongeurs, **2**, 87.

Dwelshauvers-Dery (V.) : Les machines à vapeur et leurs progrès, **1**, 129. — Les Laboratoires de Mécanique, **2**, 364. — Le perfectionnement dernier et final de la machine à vapeur, **3**, 89. — Essai de Dynamique graphique (La méthode Léauté pour l'étude du mouvement troublé des moteurs), **3**, 363. — Sur deux nouveaux laboratoires pour l'étude expérimentale de la Mécanique en Angleterre, **4**, 629. — Le record de consommation des machines à vapeur; la machine de Milwaukee, **5**, 497. — Inscriptions des variations de la température des parois métalliques des cylindres à vapeur, **6**, 773. — Les nouvelles expériences de M. B. Donkin sur la marche économique des machines à vapeur, **7**, 433. — La masse matérielle des corps est-elle variable? **19**, 855.

Dybowski (J.) : La production légumière moderne, **17**, 453.

E

Easton (C.) : La distribution apparente des nébuleuses, **15**, 919. — Périodicité de l'activité solaire et du climat, **16**, 795.

Eberlin (Ph.) : Le Musée colonial de Marseille, **8**, 861.

Ebert (H.) : L'œuvre de Hertz et ses conséquences philosophiques, **5**, 741.

Ebert (H.) et Kurz (K.) : La déperdition de l'électricité atmosphérique au voisinage immédiat du sol, **21**, 966.

Ehrenhaft (F.) : Anomalies apparentes des charges électriques élémentaires, **22**, 51.

Eiffel (G.) : L'aérodrome de la Tour Eiffel, **15**, 1. — La résistance de l'air et l'aviation, **22**, 774.

Einstein : Sur le problème de la relativité, **25**, 622.

Einthoven (W.) : Le galvanomètre à corde et l'électrocardiogramme de l'homme, **14**, 968. — Méthode nouv. d'extinction des oscillations d'un galvanomètre, **15**, 1055. — Examen, à l'aide du galvanomètre à corde, des courants du nerf vague, **20**, 295. — Un troisième son du cœur, **20**, 391.

Eisenmenger (Gabriel) : La formation des grands lacs des Alpes, **19**, 610.

Elliot (R. H.) : Action du venin du *Bungarus cœruleus*, **15**, 835. — Voir Fraser.

Ellis (W.) : Relation entre la variation diurne de la déclinaison magnétique et de la composante horizontale et la période de fréquence des taches solaires, **10**, 328.

Elster et Geitel : La radio-activité de l'air renfermé dans le sol, **13**, 1160.

Emery (G. F.) : Propriétés thermoélectriques des solutions salines, **5**, 509.

Engelmann (Th. W.) : Théorie de la contraction des muscles, **3**, 773.

Engerrand (Georges) : Le Quaternaire belge, **13**, 712, 775. — L'organisation des études géologiques au Mexique, **22**, 602. — L'état actuel de la question des Eolithes, **23**, 541.

Ecole internationale d'Archéologie et d'Ethnologie américaines, **23**, 841.

Eriksson (Jakob) : D'où vient la rouille des céréales, **11**, 30.

La rouille des mauves, **23**, 904.

Escard (Jean) : Les alliages industriels de chrome, **20**, 662. — Propriétés électriques de l'air; son emploi comme isolant électrique, **21**, 805. — Le tantale et ses applications industrielles, **24**, 47. — L'électricité et la végétation : L'électroculture, **24**, 302.

Espagnat (Pierre d') : Les gisements aurifères de la Côte d'Ivoire, **7**, 935.

Espitallier (Lt-Colonel G.) : Le matériel aérostatique et la construction des ballons sphériques, **16**, 670.

Estanave (E.) : Equilibre élastique d'une plaque rectangulaire mince dont deux bords opposés au moins sont appuyés sur un cadre, **12**, 45. — La projection stéréoscopique, **19**, 682.

Etard (A.) : Nouvelle théorie de la fabrication de l'acide sulfurique, **1**, 41. — La constitution des solutions étendues et la pression osmotique, **1**, 193. — Etude expérimentale des solutions saturées, **3**, 314. — Les expériences de M. Moissan sur la reproduction du diamant, **4**, 97. — Les formules de constitution des phénols et des camphres, **5**, 70. — Revue annuelle de Chimie pure, **1**, 444; **2**, 476; **3**, 512; **4**, 463; **5**, 534; **6**, 780, **7**, 775; **8**, 593; **9**, 856; **10**, 705; **12**, 134; **12**, 1076; **14**, 450.

Paul Schützenberger, **8**, 525. — Eugène Demarçay, **14**, 473.

Eternod (A. d') : Les premiers stades de l'œuf humain, **24**, 530.

Euverte (Marcel) : L'industrie allemande des produits chimiques à l'Exposition de 1900, **11**, 1144.

Ewans (Sir J.) : L'homme paléolithique en Afrique, **11**, 1071.

Ewart (A. J.) : Sur l'ascension de l'eau dans les arbres, **16**, 42.

Ewart (A. J.) et Bayliss (J. S.) : Nature de l'irritabilité galvanotropique des racines, **17**, 157.

Ewart (J. C.) : Contributions expérimentales à la théorie de l'hérédité. A. Télégonie, **10**, 929.

Ewing (J.-A.) : L'induction magnétique et les phénomènes moléculaires, **2**, 737.

Ewing (J. A.) et Rosenhain (W.) : Effets de l'étirement sur les métaux, **10**, 682. — La structure cristalline des métaux, **10**, 751.

F

Fabre-Domergue : Le régime de la sardine. Programme pour le déterminer, **7**, 428.

Fabre-Domergue et Biétrix (E.) : Développement de la sole, **17**, 387.

Fabry (Ch.) : La structure des spectres, **14**, 237. — V. Buisson (H.) et Pérot (A.).

Théorie de l'orientation et de la visibilité des franges d'interférence, **3**, 521.

Fabry (Ch.) et Buisson (H.) : Mesure de petites variations de longueurs d'onde par la méthode interférentielle, **21**, 84. — L'absorption atmosphérique dans l'extrémité ultraviolette du spectre solaire, **24**, 124. — Voir Pérot (A.).

Fabry (L.) : Etude sur la probabilité des comètes hyperboliques et l'origine des comètes, **5**, 462.

Fages (E. de) : Etat actuel de l'exploitation des mines et des carrières en Tunisie, **7**, 1056. — Les travaux publics du Protectorat français en Tunisie, **7**, 1165.

Fallot (E.) : L'Enseignement public à Malte, **13**, 876.

Fano (G.) : La coordination humorale, **22**, 395.

Farmer (J. B.) et Chandler (S. E.) : Influence d'un excès de CO^2 dans l'air sur la forme et la structure interne des plantes, **13**, 1046.

Farmer (J. B.) et Williams (J. B.) : Fécondation et segmentation des spores des Fucus, **7**, 888.

Fauré-Frémiet (E.) : La protistologie, **19**, 313.

Faurot (L.) : Anatomie, histologie et développement des Actinies, **6**, 757.

Favé (L.) : Les problèmes des marées. Le marégraphe plongeur, **24**, 90.

Faye (H.) : Sur les tourbillons artificiels, **1**, 497.

Faymoreau d'Arquistade (A. de) : Les grandes exploitations agricoles à Madagascar, **6**, 708.

Fehr (H.) : Application de la méthode vectorielle de Grassmann à la Géométrie infinitésimale, **11**, 556. — Charles Soret, **15**, 425 — Gabriel Oltramare, **17**, 725.

FEINDEL (Dr É.) : Le gigantisme chez l'homme, **14**, 209.
FÉRAUD (A.) : Perturbations périodiques des petites planètes, **13**, 173.
FERNBACH (A.) : Recherches sur la sucrase, **2**, 424.
FERRAUD (A.) : Sur la valeur approchée des coefficients d'ordre élevé dans les développements en série, **8**, 843.
FERRIÉ : Voir CLAUDE.
FERROUILLAT (P.) : La lutte contre l'oïdium et le mildew, **5**, 229.
FÉRY (Ch.) : L'application des lois du rayonnement à la pyrométrie, **14**, 911.
Rayonnement calorifique et lumineux de quelques oxydes, **14**, 398. — Photomètre à lecture directe, **19**, 464. Sur l'absorption sélective des corps noirs, **20**, 470. — Le prisme à faces courbes et ses applications, **25**, 281. — V. MILLOCHAU.
FÉRY (Ch.) et CHÉNEVEAU (C.) : La loi du rayonnement des lampes à incandescence, **21**, 130.
FÉRY (Ch.) et DRECQ (M.) : Sur la constante de la loi du rayonnement, **22**, 386; **24**, 409.
FICHEUR (E.) : Description géologique de la Kabylie du Djurjura, **2**, 118.
FILHOL (H.) : Le Dryopithèque et l'origine de l'homme, **1**, 161.
FISCHER (J.) : Une théorie thermochimique de l'assimilation, **18**, 180.
FITZGERALD : Sur la production des vibrations électromagnétiques par les machines électromagnétiques et électrostatiques, **3**, 104.
FLAHAULT (Ch.) : Pierre Duchartre, **6**, 87. — Ch. Naudin, **10**, 477.
FLAMAND (G. B. M.) : Rech. géologiques et géographiques sur le haut-pays de l'Oranie et sur le Sahara, **23**, 641.
FLAMANT (A.) : L'Institut de Technologie de l'Etat de Massachusetts, **8**, 831.
FLAMMARION (Camille) : Quel savant a, le premier, imaginé le mouvement de la Terre, **19**, 84.
FLEMING (J. A.) et DEWAR (J.) : Sur la perméabilité magnétique et la constante diélectrique de l'oxygène et de l'air liquides, **8**, 217. — Constantes diélectriques de quelques électrolytes congelés, **8**, 969. — Les constantes diélectriques de la glace pure, de la glycérine, ... aux basses températures, **9**, 166. — La susceptibilité magnétique de l'oxygène, **10**, 35.
FLEMING (J. A.) et HADFIELD (R. A.) : Qualités magnétiques de quelques alliages ne contenant pas de fer, **16**, 746.
FLEURENT (E.) : Rech. sur la constitution des matières albuminoïdes extraites de l'organisme végétal, **7**, 41. — Auguste Verneuil, **24**, 413.
FLEURY (Ernest) : L'origine des phosphates de chaux naturels, **18**, 91. — Les fourmis de l'Himalaya, **18**, 265.
FLEURY (V.) : Les industries des indigènes en Tunisie, **7**, 1118.
FLOURNOY (Th.) : Les phénomènes de synopsie (audition colorée), **5**, 88.
FLUSIN (G.) : Du rôle chimique de la membrane dans les phénomènes osmotiques, **19**, 33.
FOA (Ed.) : La région de Porto-Novo, **3**, 107.
FOCK (A.) : La France au Sahara, **4**, 653. — La conquête économique de l'Afrique par les voies ferrées, **15**, 251.
FOERSTER (W.) : Les déplacements de l'axe de rotation de la Terre, **5**, 682. — La précession des équinoxes d'Hipparque à Ptolémée et à Képler, **14**, 537.
FOERSTER (W.) et JESSE (O.) : Les nuages nocturnes lumineux, **3**, 787.
FOIX (A.) : Sur le rayonnement du manchon Auer et des corps amorphes en général, **23**, 28.
FOLEY (A. L.) et SOUDER (W. H.) : Photographie des ondes sonores, **24**, 750.
FOLIE (F.) : La nutation diurne, **1**, 117, 124; **15**, 717.
FONTAINE (E.) : Sur les tensions superficielles, **7**, 436.
FONTOYNONT (M.) : La lutte actuelle contre la peste, **8**, 109.
Des injections du sérum artificiel, **7**, 482. — Nouveau procédé d'intervention chirurgicale sur l'intestin, **7**, 1228. — Du séro-diagnostic de la fièvre typhoïde et du procédé de M. Widal, **8**, 41.
FOOTE (H.) : La règle des phases et les cristaux mixtes, **13**, 4.
FOPPL (A.) : Appareil pour mesurer la vitesse de rotation de la Terre, **15**, 881.
FORCRAND (R. de) : La bombe calorimétrique, **4**, 409. — Les instituts scientifiques et les nouvelles universités, **8**, 613.
FOREL (A.) : Les facultés psychiques des insectes, **13**, 120.
Comment les fleurs attirent les insectes, **12**, 352.
FOREL (F. A.) : Le Léman, **16**, 395.
FOREST (F.) et NOALHAT (H.) : Les bateaux sous-marins, **11**, 1344; **12**, 283.
FOSSE (Richard) : Les bases oxygénées et la valence de l'oxygène, **13**, 930.
FOUARD (E.) : Sur un procédé pratique de préparation des membranes semi-perméables, **22**, 386. — Rech. sur l'état colloïdal de l'amidon et sur sa constitution physico-chimique, **23**, 327. — Etude expérim. d'une méthode tonométrique différentielle, **24**, 368.
FOUCART (G.) : L'état du commerce à Madagascar et l'avenir économique de l'île, **6**, 718.
FOUCHÉ (Ed.) : Etat actuel de l'éclairage par l'acétylène dissous, **12**, 1088.
FOULERTON (A.) et KELLAS (A. M.) : Action des décharges électriques de haut potentiel et de fréquence rapide sur les bactéries, **17**, 760.
FOUQUÉ (F.-A.) : L'Etna, **12**, 65.
FOUREAU : De l'Algérie au Congo par l'Aïr et le Tchad, **11**, 1329.
FOURNEAU (Ern.) : Les anesthésiques locaux, **15**, 851.
Les membranes lipoïdes artificielles, **25**, 136.
FOURNIER (A.) : Le dualisme en Syphiligraphie. Ricord et Bassereau, **3**, 305.
FOURNIER (E.) : Les grands tunnels en terrains calcaires, **24**, 154.
FOURNIER (E.) : Vitesse des navires, **21**, 211.
FOURNIER D'ALBE : L'espace interstellaire, **24**, 914.
FOURNIOLS (A.) : Le chemin de fer électrique des Alpes bernoises, **24**, 570.
FOWLER (A.) : Nouv. série de lignes dans le spectre du Mg, **14**, 964. — Les lignes de séries dans les spectres d'étincelles, **25**, 618.
FRASER (Th. R.) et TILLIE (J.) : Note sur le poison de flèches des Wa Nyika et d'autres tribus de l'Afrique équatoriale, **4**, 332.
FRASER (Th. R.) et ELLIOT (R. H.) : Action des venins des serpents de mer, **15**, 794.
FRÉCHET (M.) : Sur quelques points du Calcul fonctionnel, **19**, 410. — A propos du projet de réforme du diplôme d'études supérieures de Mathématiques, **24**, 492.
FREDERICQ (L.) : Revue annuelle de Physiologie, **1**, 636; **2**, 666; **3**, 577; **4**, 535; **5**, 979; **7**, 96; **8**, 867; **10**, 152; **11**, 888; **12**, 797; **13**, 629; **14**, 1264; **16**, 517; **17**, 650; **19**, 66, 106; **20**, 703, 743; **22**, 279; **24**, 931 (cette dernière en collaboration avec H. Fredericq). — Le foie, laboratoire de réserves alimentaires, **3**, 400.
Ed. Van Beneden, **21**, 409. — F. Plateau, **22**, 305. — La loi de Magendie au meeting de Portsmouth de la British Association, **23**, 462.
FRÉMONT (Ch.) : Les lignes superficielles qui apparaissent dans le sciage des métaux, **12**, 298.
FREUNDLER (P.) : Les expériences de M. Raoult sur la tonométrie et la cryoscopie, **5**, 409.
Les variations du pouvoir rotatoire dans la série tartrique et le pouvoir rotatoire des corps dissous, **5**, 693. — L'Enseignement pratique de la Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, **8**, 568.
FRIBOURG (G.) : Les piles chlorochromiques du commandant Renard, **1**, 508.
FRIEDEL (Georges) : Sur les conceptions de Haüy, de Mallard et de M. Wallerant en Cristallographie, **12**, 572. — Les bases de la Cristallographie et les théories sur la structure des cristaux, **18**, 198.
FROUIN (A.) : Appareil thyroïdien et sels de calcium, **20**, 833.
FRUICTIER (Paul) : Quelques observations sur l'Esperanto, **15**, 223.
FULTON (Wemyss) : L'état actuel de la pisciculture marine, **7**, 237.

G

GADOW (H.) : Evolution de la colonne vertébrale des Poissons, **5**, 885.
GAEDE (W.) : La pompe à air moléculaire, **23**, 723.
GAIN (Edmond) : Les universités et l'enseignement supérieur de l'agriculture, **11**, 964.

L'enseignement agronomique et l'enseignement colonial à l'Université de Nancy, 13, 954. — Nombres-index exprimant l'aléa de la production agricole en France, 25, 47.

GAIN (L.) : La vie et les mœurs du pingouin Adélie, 23, 429.

GALITZINE (Prince) : Les limites du Gulf Stream dans l'Océan arctique 12, 780.

GALTON (F.) : Les empreintes des doigts, 4, 547.

GAMBER (A.) : Sur certaines propriétés physiques et chimiques de l'hémoglobine, 13, 590.

GANDILLOT (M.) : Le débat sur la gamme. Les conceptions de Pythagore et de Descartes, 18, 714.

Essai sur la gamme, 18, 509.

GARAYCOCHEA (M. W.) : Le calcul binomial, 10, 962; 22, 339.

GARD (M.) : Études anatomiques sur les vignes et leurs hybrides artificiels, 15, 955.

GARIEL (C.-M.) : Les travaux de la Conférence bibliographique de Bruxelles, 6, 832. — La fluoroscopie. Application des rayons X à la vision directe des organes internes, 7, 850. — Revue annuelle de Physique, 1, 302; 2, 415; 3, 446; 4, 313; 5, 284; 6, 550; 7, 568.

GARRELON (L.) et LANGLOIS (J.-P.) : Apnée et polypnée adrénaliniques, 24, 546.

GATIN (C.-L.) : Rech. sur la germination des Palmiers, 18, 250. — Le goudronnage des routes et son action sur la végétation avoisinante, 23, 420.

GAUBERT (P.) : Cristaux liquides et liquides cristallins, 16, 983. — Les recherches récentes de M. Van t'Hoff sur les dépôts océaniques, 20, 814.

GAUCHER (L.) : Rech. anatomiques sur les Euphorbiacées, 13, 838.

GAUCHERY (P.-A.) : Rech. sur le nanisme végétal, 10, 833.

GAUCKLER (P.) : Les aménagements agricoles et les grands travaux d'art des Romains en Tunisie, 7, 954.

GAUDEFROY-DEMOMBYNES : Les langues du Maroc, 25, 301.

GAUMONT (L.) : L'inscription photographique des altitudes dans les ascensions des ballons-sondes, 8, 889.

GAUTHIER (H.) : Les tremblements de terre en Chine, 25, 5.

GAUTIER (A.) : Les problèmes de la Chimie moderne, 1, 225. — La reconstitution des universités françaises et les réformes dans l'enseignement supérieur, 1, 353. — Les aliments de première nécessité, 3, 433. — Les manifestations de la vie dérivent-elles toutes des forces matérielles? 8, 291. — Le rôle de la chimie biologique en médecine, 8, 977. — Etat de nos conceptions sur le mécanisme de la vie, 11, 571. — L'existence normale et le rôle de l'arsenic chez les animaux, 12, 354. — Les mécanismes moléculaires de la variation des races et des espèces, 12, 1046. — La vie depuis les phénomènes de l'assimilation jusqu'à ceux de la conscience, 13, 558.

L'arsenic normal chez les animaux et sa localisation dans certains organes, 10, 937. — La médication cacodylique dans la tuberculose pulmonaire, 11, 267. — Les gaz combustibles de l'air, 11, 998. — Charles Friedel, 10, 375.

GAUTIER (A.) et CLAUSMANN (P.) : Séparation et dosage des plus petites quantités de fluor, 23, 606. — Le fluor dans les eaux minérales, 25, 696.

GAUTIER (E.-F.) : Le Sahara algérien, 19, 916.

GAUTIER (R.) et DUAIME (H.) : Les retours de froid en juin, 22, 710.

GAY (A.) : Travail absorbé par les transmissions dans les usines, 5, 764. — Système de distribution Psaroudaky pour machines à vapeur, 5, 820. — Les machines du torpilleur *Daring*, 5, 936. — Les poulies en bois employées aux Etats-Unis, 5, 997. — Les transmissions électriques, 6, 74. — Le relèvement des câbles sous-marins, 6, 184. — Le prolongement souterrain de la ligne de Sceaux, 6, 239. — Les décharges électriques à travers les gaz, 6, 283. — L'emploi des courants triphasés à la station centrale d'électricité de Chemnitz, 6 344. — Le frein à air Genett, 6, 428. — L'électricité employée comme moyen de chauffage, 6, 464. — Nouveau système de distribution d'électricité ; système monocyclique du Dr L. Bell, 6, 561. — Les moteurs à pétrole de faible puissance, 6, 572. — Le cinématographe de MM. Auguste et Louis Lumière, 6, 633. — Torpilleur en aluminium, 6, 786. — La mesure des petits allongements dans les essais de résistance des métaux, 6, 822. — La cémentation des lingots destinés aux plaques de blindage, 6, 856. — Les locomotives électriques de la Baltimore and Ohio Railroad Company, 6, 895. — Le retour du courant dans les lignes de tramways électriques et la soudure des rails, 6, 980. — Un nouveau type de compresseur d'air, 6, 1056. — La roue hydraulique Pelton, 7, 365. — Les machines de M. Torrès à résoudre les équations, 7, 684. — La loi de variation de la force électromotrice appliquée à un transformateur en influence-t-elle le rendement? 7, 783.

GAY (Fr.) : Développement et classification de quelques Algues vertes, 2, 383.

GEIKIE (Sir Archibald) : Darwin géologue, 20, 730.

GENTIL (L.) : Les grandes lignes du relief marocain, 22, 486. — Les voies de communication au Maroc, 25, 336. — La recherche scientifique au Maroc, 25, 393.

Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie), 14, 218.

GÉRARD (Eric) : Hauts potentiels et hautes fréquences électriques, 4, 209.

GÉRARD (L.) : Sur la Géométrie euclidienne, 4, 20.

GERBER (C.) : Rech. sur la maturation des fruits charnus, 10, 118.

GERMAIN (L.) : La statistique des espèces vivantes, 14, 1129.

GERVAIS-COURTELLEMONT : Voir COURTELLEMONT.

GESCHWIND (L.) : L'état actuel et les besoins de l'industrie des cendres pyriteuses, 10, 689.

GIFFORD (J.-W.) et SHENSTONE (W.-A.) : Propriétés optiques de la silice vitreuse, 15, 521.

GIGLIO-TOS (E.) : Les problèmes de la vie, 12, 238 ; 15, 563; 18, 40.

GIGNOUX (M.) : Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du sud et de la Sicile, 25, 205. — Voir KILIAN (W.)

GILLESPIE (A.-L.) : Chimie du contenu de l'appareil digestif et influence des bactéries qui s'y trouvent, 8, 761.

GILTAY (J.-W.) : Action de la bobine d'induction dans les appareils téléphoniques, 12, 1151 ; 13, 112.

GINESTOUS (G.) : Etude sur le climat de la Tunisie, 18, 209.

GIRARD (P.) : L'électrisation de contact en Biologie, 20, 694. — L'osmose au point de vue physique et biologique, 22, 234.

Diffusion des ions en milieu aqueux, 25, 759.

GIRARD (René) : Les capitaux français au Maroc, 25, 389.

GLADSTONE (J.-H.) : Relation entre la réfraction des éléments et leur équivalent chimique, 7, 794.

GLANGEAUD (Ph.) : Les anciens volcans de la Grande-Bretagne, 8, 902. — Les dernières découvertes de M. Ameghino, 8, 933. — Les Mammifères crétacés de la Patagonie, 9, 133. — Le lac glaciaire Agassiz, 9, 377. — La distribution des foraminifères pélagiques à la surface et au fond de l'océan, 9, 490. — Les vues nouvelles sur les causes de l'époque glaciaire, 10, 21. — La lutte contre le grisou, 10, 442. — Un laboratoire biologique dans les volcans d'Auvergne, 11, 626. — Le VIIIe Congrès géologique international, 12, 914. — Albert Gaudry et l'évolution du monde animal, 20, 245. — Les plus jeunes volcans de la France : la chaîne des Puys, 25, 50.

Le Jurassique à l'ouest du Plateau central, 7, 370. — M. Fouqué, 15, 369. — Albert de Lapparent, 19, 517.

GLEY (E.) : Les découvertes récentes sur la physiologie du pancréas, 2, 469. — Les relations actuelles entre la physiologie et la pathologie de la glande thyroïde. Physiologie pathologique du myxœdème, 9, 13. — La pathogénie du goitre exophtalmique, 12, 897. — Corrélations fonctionnelles et interrelations humorales, 24, 537.

E. de Cyon, 23, 913.

GLOVER (Dr Jules) : Les moyens de culture physique de la voix au Conservatoire national de musique et de déclamation, 18, 578.

Un nouveau type de laryngoscope pour l'exploration physiologique et clinique de la voix et l'étude de la phonation, 22, 668.

GODARD (F.) : La production cotonnière mondiale. Son extension nouvelle, 16, 667.

GODCHOT (M.) : Etude des hydrures d'anthracène et de leurs dérivés, 18, 681.

GODEFROY (Joseph) : L'état actuel de la biologie et de

l'industrie des éponges. 2e partie : Commerce et industrie, 9, 776. — L'Administration actuelle en Bosnie-Herzégovine, 11, 369. — La colonisation agricole en Bosnie-Herzégovine, 11, 510. — La législation en Bosnie-Herzégovine, 11, 546.

Le mouvement colonial en Allemagne, 8, 489. — Le mouvement colonial en France, 8, 527. — Les travaux publics aux colonies : les chemins de fer à Madagascar, 9, 172.

Gold (E.) : La couche isotherme de l'atmosphère et la radiation atmosphérique, 20, 339.

Gonnessiat (F.) : Rech. sur l'équation personnelle dans les observations astronomiques de passage, 3, 555.

Gorczynski (L.) : Marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie et théorie des appareils employés, 18, 768.

Gossart (E.) : Mesure des tensions superficielles dans les liquides en caléfaction, 1, 54.

Goudard (J) : Voir Cornille (A.).

Gouget (A.) : Revue de Médecine, 24, 59.

Gouré de Villemontée : Les diélectriques liquides, 17, 251.

Gouy (G) : Le mouvement brownien et les mouvements moléculaires, 6, 1.

Les décharges électriques dans les champs magnétiques intenses, 21, 130.

Gradenwitz (A.) : Le 75e Congrès des naturalistes et médecins allemands, 14, 1073. — Les expériences de traction électrique rapide sur la ligne de Marienfelde-Zossen, 15, 345. — La production artificielle du diamant, 20, 701.

Nouv. méthode pour mesurer la tension superficielle des solutions salines diluées, 14, 3. — Un ondomètre pour télégraphie sans fil, 15, 1011. — Le 76e Congrès des naturalistes et médecins allemands, 15, 1. 141. — Les turbines à gaz, 16, 353. — Un dispositif pour la production de l'anesthésie électrique, 16, 591. — La transmission à distance des écritures et des dessins, 16, 924. — Quelques nouvelles applications de l'ozone à la stérilisation des eaux potables et industrielles, 17, 488. — Les phénomènes de vie apparente chez les cristaux mous, 17, 626. — Une station géante de télégraphie sans fil, 18, 3. — Les ballons captifs dans l'armée allemande, 18, 50. — Expériences de téléphonie sans fil, 18, 131. — Dispositifs industriels pour la fixation de l'azote, 18, 220. — L'observatoire aéronautique de Lindenberg, 18, 693. — Les ondes électriques au service de la Météorologie, 18, 773. — Enregistrement cinématographique, au moyen des rayons X, de la respiration humaine, 18, 776. — La transmission, au moyen des ondes électro-magnétiques, des écritures, dessins et photographies, 18, 906. — Le Télé-stéréographe Belin, 19, 4. — Sauts de température de l'eau de mer, 19, 44. — La conversion industrielle de la chaleur en électricité, 19, 87. — La résurrection des animaux électrocutés, 19, 177. — L'ajustage électrique à distance des pendules normales, 19, 299. — Le 80e Congrès des Naturalistes et Médecins allemands, 20, 103. — L'analyse des aciers à l'aide des étincelles, 20, 655. — La première solution réelle du problème de la télévision, 20, 727. — La synthèse industrielle de l'ammoniaque, 21, 539. — L'inscription graphique des sons du cœur, 21, 670. — La turbine Tesla, 22, 898. — L'utilisation de la levure, 24, 669. — Les prétendus effets nuisibles sur l'œil des rayons ultra-violets, 24, 721. — Nouv. perfectionnement de la téléphotographie Korn, 25, 544.

Graebe (C.) : Les progrès des disciplines chimiques depuis quarante ans, 19, 236.

Gramont (Arm. de), duc de Guiche : Essais d'Aérodynamique, 23, 639; 25, 407, 751.

Gramont (Arm. de) : Le nouvel Observatoire astronomique du Pic du Midi, 19, 940.

Le repérage des raies en spectroscopie, 10, 493. — Un spectroscope binoculaire à réseau, 17, 486. — Les spectres de dissociation, 21, 570. — Rech. sur les raies ultimes, 22, 662.

Grandeau (L.) : Les besoins généraux de l'Agriculture en Tunisie. La culture des céréales et l'élève du bétail, 7, 1087.

Grandidier (A.) : Les Hova de Madagascar, 6, 49.

Granger (A.) : Le Congrès de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Berne, 9, 699. — L'état actuel de l'industrie de la faïencerie en France, 10, 587. — L'intervention de la Chimie organique dans la Photographie, 19, 658.

Gravier (Ch.) : Les récentes recherches océanographiques en Norvège, 20, 84. — L'expédition océanographique du « Michael Sars » dans l'Atlantique septentrional, 23, 60. — La Station biologique marine de San-Diego (Californie), 23, 440. — Le Laboratoire de Biologie tropicale de Tortugas (Floride), 24, 874. — Revue de Zoologie (Vers), 25, 149.

Rech. sur les Phyllodociens, 8, 516.

Gray (A.) et Dobbie (J. J.) : Relations entre les propriétés électriques et la composition chimique de différentes espèces de verre, 9, 391; 11, 1071.

Gray (A.), Blyth (V.) et Dunlop (J.) : Influence des changements de température sur l'élasticité et la viscosité interne des fils métalliques, 11, 1112.

Green (A. B.) : Action du radium sur les micro-organismes, 15, 670.

Greenwood (H. C.) : Détermination des points d'ébullition des métaux, 20, 758. — Influence de la pression, 21, 405.

Gréhant (N.) : Recherche et dosage du grisou et de l'oxyde de carbone, 3, 851.

Greiner : La première machine soufflante à gaz de haut fourneau, 11, 666.

Grélot (P.) : Origine botanique des caoutchoucs et gutta-percha, 10, 879. — Rech. sur le système libéro-ligneux floral des Gamopétales bicarpellées, 11, 651.

Grière (Ch.) : La culture rationnelle et les méthodes du professeur Paul Wagner, 13, 423.

Griffiths (E. H.) : La valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur; chaleur spécifique de l'eau à diverses températures, 4, 156.

Griffon (Ed.) : A propos de l'action du goudron sur les plantes vertes, 22, 264.

Grignard (V.) : Les combinaisons organomagnésiennes mixtes et la synthèse organique, 14, 1040.

Grimbert (L.) : Fermentation anaérobie produite par le *B. orthobutylicus*, 4, 612. — Le mécanisme de la dénitrification chez les B. dénitrifiantes indirectes, 20, 832.

Grindley (J. H.) : Sur les propriétés thermodynamiques de la vapeur surchauffée, 11, 813.

Griner (G.) : Sur quelques cas d'isomérie dans la série en C^6, 2, 757.

Groom (P.) : La symétrie longitudinale chez les Phanérogames, 18, 519.

Gros (Ch.) : Echappements d'horloges et de montres, 25, 31.

Gros (H.) : Le climat tropical et l'acclimatement, 7, 559.

Grosman (K.) et Lomas (J.) : Sur les cristaux de glace creux, 5, 224.

Grosvenor (G. H.) : Les nématocytes des Æolides, 15, 212.

Gruhn (K.) : Expériences nouv. sur la balance de torsion, 17, 918.

Gruvel (A.) : Les pêcheries de l'Afrique occidentale française, 22, 150. — Les campagnes d'hiver des pêcheurs bretons sur les côtes de Mauritanie et du Sénégal, 24, 14. — L'industrie de la pêche au Maroc, 25, 347. — Les langoustes des côtes de Madagascar, 25, 711.

Guarini (E.) : Les machines agricoles et l'électricité, 14, 1151. — La télégraphie au Congo belge, 14, 1258.

Guébhard (A.) : La fonction photographique dans ses rapports avec les phénomènes d'inversion, 16, 38, 186. — L'irradiation photographique, 17, 619.

Guéguen (F.) : Anatomie comparée du tissu conducteur du style et du stigmate des Phanérogames, 13, 743. — Les algues alimentaires d'Extrême Orient, 22, 860.

Guerbet (M.) : Etude de l'acide campholique, 5, 765.

Guérin (P.) : Sur le développement du tégument séminal et du péricarpe des Graminées, 11, 557.

Guéroult (G.) : Etat actuel de la verrerie et de la cristallerie en France (cristallerie), 7, 79.

Guéroult (Georges) : La notion d'espace et les conditions physiologiques nécessaires à sa formation dans l'esprit, 17, 129. — La rééducation de l'oreille et la mémoire auditive, 23, 21.

Guiart (J.) : Etude des Gastéropodes opisthobranches, 12, 1084.

Guichard (M.) : Les recherches de M. Recoura sur une nouvelle classe de composés du chrome, 7, 603.

Le pouvoir explosif de l'acétylène, 7, 847. — Conférence de M. G. Bertrand sur une nouvelle classe de ferments solubles : les oxydases, 7, 1074.

Guieysse-Pellissier (A.) : Les différenciations protoplasmiques et l'activité cellulaire, 20, 766.

Guignard (L.) : Les phénomènes morphologiques de la fécondation chez les plantes phanérogames, 1, 403. — L'espèce et le polymorphisme en bactériologie, 5, 841.

Recherches sur le développement de la graine, 5, 254. — Auguste Trécul, 7, 845.

Guillaume (Ch. Ed.) : La cause probable des phénomènes actino-électriques, 1, 695. — Les idées modernes sur la thermométrie, 2, 74. — L'énergie dans le spectre, 3, 12. — Les constantes radiométriques, 3, 93. — Les nouvelles méthodes pour l'étude optique des sons, 4, 799. — Les rayons lumineux curvilignes, 5, 155. — L'Exposition de la Société française de Physique (mars 1894), 5, 247. — L'Exposition de la Société française de Physique (1895), 6, 374. — La Convention du mètre, 6, 886. — Remarques sur la loi de Newton, 8, 55. — La loi de Newton considérée comme un résultat d'expérience, 8, 381. — Les rayons X et la dissociation, 8, 529. — L'échelle du spectre, 10, 5. — Le prochain Congrès international de Physique (1900), 11, 669. — Les lois du rayonnement et la théorie des manchons à incandescence, 12, 358, 422. — La théorie des aciers au nickel, 14, 705, 764. — Le Colonel Charles Renard, sa vie, son œuvre, 17, 17. — Les états de la matière, 18, 1005. — Le volume du kilogramme d'eau, 19, 262. — Louis Olivier, 21, 923. — Métrologie et Législation, 23, 733.

Le retard des thermomètres, 2, 59. — L'absorption de la lumière par les corps fluorescents, 8, 932. — La chaleur spécifique de l'eau et la cause de son anomalie, 9, 201. — L'équilibre chimique dans les solides et les aciers au nickel, 9, 282. — La détermination mécanique des courbes terminales des spiraux, 9, 441. — Les erreurs des chronomètres dues aux changements de température, 14, 886. — Un point d'histoire de la locomotion aérienne, 12, 503. — Les nouveaux gaz de l'air, 13, 278. — Les longueurs d'onde des raies spectrales, 13, 405. — Dilatation et transformation magnétique du nickel, 15, 675. — Le magnétisme des alliages du manganèse, 15, 924. — Dilatation et température de fusion des métaux, 16, 1019. — Dilatation et température de fusion, 17, 111. — La théorie des manchons à incandescence, 17, 937. — L'unité des longueurs d'ondes lumineuses, 18, 344, 479. — Les mouvements verticaux de la Tour Eiffel, 24, 284. — Wladimir Louguinine, 23, 1.

Guillemin (A.) : La rotation de Mercure, d'après M. Schiaparelli, 1, 602.

Guilleminot (H.) : Le dosage des rayons X en expérimentation biologique et en médecine, 19, 652.

Guillet (A.) : Entretien des systèmes vibrants, 16, 185. — L'électrodiapason; contact et amplitude dans l'entretien direct, 21, 173. — Forme à donner à l'étalon d'induction mutuelle, 22, 346.

Guillet (A.) et Aubert (M.) : Nouv. électromètre absolu, 23, 910.

Guillet (L.) : L'état actuel de la Métallographie microscopique, 17, 586, 630. — Les méthodes modernes d'essai mécanique des produits métallurgiques, 18, 615, 664.

Micrographie des aciers au nickel, 14, 581.

Guilliermond (A.) : Le développement et la phylogénie des levures, 22, 608.

Guillin (L.) : Action du magnétisme sur les chronomètres, 16, 923.

Guinchant (J.) : Les phénomènes de luminescence et leurs causes, 16, 683.

Etude sur la fonction acide dans les dérivés méthéniques et méthiniques, 8, 796.

Guitel (F.) : Recherches sur les Lepadogasters, 1, 24.

Gulland (G.-L.) : Sur les leucocytes granuleux, 7, 181.

Gunther (R.-T.) et Manley (J.-J.) : Les eaux du lac salé d'Urmiah, 10, 645.

Guntz (A.) : H. Moissan, 18, 301. — A. Ditte, 19, 969.

Gutton (C.) : Comparaison des vitesses de propagation de la lumière et des ondes de Hertz, 23, 165.

Guye (Ph.-A.) : L'équation fondamentale des fluides, 1, 365. — Etude sur la dissymétrie moléculaire, 2, 618. — Nouvelles recherches sur le poids atomique de l'azote, 16, 755. — La fixation de l'azote et l'électrochimie, 17, 28. — Revue annuelle de Chimie appliquée. Matières colorantes et produits organiques, 2, 47; 3, 123; 4, 110; 5, 122.

Guye (Ch. Eug.) : La production du froid et ses récentes applications, 3, 635. — L'Ecole Polytechnique fédérale de Zurich, 8, 102.

Le frottement intérieur des solides, 23, 458.

Guyot (A.) : Les dérivés γ-arylés de l'anthracène et de son dihydrure, 16, 892.

H

Hadamard (J.) : Réflexions sur la méthode heuristique, 16, 499. — La logistique et la notion de nombre entier, 17, 906.

Etude des fonctions données par leur développement de Taylor, 3, 454. — Etude sur les propriétés des fonctions entières, 5, 764. — Interprétation théorique des raies spectrales, 19, 39. — A propos d'enseignement, 16, 192. — Maurice Lévy, 22, 141.

Haga (H.) et Wind (C.-H.) : La diffraction des rayons Röntgen, 10, 456; 13, 1047.

Haller (A.) : Le carborundum, 4, 589. — La préparation industrielle des terres rares, 4, 719. — La lutte des nations sur le terrain de l'industrie chimique, 5, 473. — Sur quelques récents perfectionnements dans la grande industrie chimique, 5, 563. — L'industrie chimique, les produits chimiques et pharmaceutiques à l'Exposition de Chicago, 5, 829. — L'enseignement chimique à l'étranger. Laboratoires nouveaux, 6, 201. — L'industrie chimique, l'enseignement chimique et les Universités, 8, 226. — La fabrication de l'acide sulfurique au moyen des procédés par contact, 12, 159. — L'indigo naturel et l'indigo artificiel, 12, 255, 323. — Les arts chimiques et la pharmacie à l'Exposition Universelle de Paris (1900), 13, 1055, 1130, 1176.

Georges Arth, 20, 689. — L. Bouveault, 20, 797.

Hamburger (H.-J.) : Sur une propriété nouvelle des hématies, 4, 33.

Hamburger (H.-J.) et Arrhénius (S.) : Sur la nature de la réaction de précipitation, 17, 484.

Hamy (E. T.) : Tombouctou, 13, 957.

Hamy (Maurice) : Les franges de réflexion des lames argentées, 17, 299. — Maurice Lœwy, 18, 949.

Hanriot (A.) : L'épuration des caoutchoucs résineux, 19, 927.

Hansky (A.) : Les travaux de l'Expédition russo-suédoise pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, 13, 1117, 1165.

Harden (A.) et Young (W.-J.) : Le ferment alcoolique du jus de levure, 17, 480; 19, 676; 20, 827; 21, 405; 22, 428.

Harker (J.-A.) et Chappuis (P.) : Comparaison des thermomètres à fil de platine et des thermomètres à gaz, 10, 645; 15, 469.

Harley (V.) : Quelques effets de l'injection du sucre dans les veines, 4, 552. — Le sucre comme aliment dans la production du travail musculaire, 5, 62. — Influence des injections intra-veineuses de sucre sur les gaz du sang, 5, 698. — Emulsion des graisses dans le tube digestif à l'état normal et après ablation du pancréas, 8, 637.

Harreveld (Ph. van) : La germination des graines sur le mercure, 14, 1176.

Hartley (W. N.) : Spectres des flammes à haute température, 4, 405; 5, 663. — Variations du spectre d'électrodes de carbone, et influence d'une substance sur le spectre d'une autre substance, 5, 433.

Hartmann (H.) : Revue annuelle de Chirurgie, 1, 512; 2, 543; 3, 709; 4, 669; 5, 685; 6, 937, 7, 873; 8, 751; 9, 946; 10, 784; 11, 1.276; 12, 881; 13, 1032; 15, 34; 16, 993; 18, 794; 21, 981. — Le traitement des fibromes utérins et des suppurations pelviennes, 4, 421.

J. Lister, **23**, 169. — J. Lucas-Championnière, **24**, 825.

Hasselberg (K.-B.) : Knut Angström, **21**, 365.

Haton de la Goupillière : La Géométrie des masses, **4**, 337.

Hatt (Ph.) : L'astrolabe à prisme, à propos d'un livre récent, **21**, 1014.

George Darwin, **24**, 169.

Haug (Em.) : Le Trias Alpin, **4**, 241. — Géologie de la Tunisie, **7**, 1047. — Le problème des Préalpes, **8**, 699. — Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye, **14**, 1241. — La chaire de Géologie à la Sorbonne, **15**, 842. — Revue annuelle de Géologie, **4**, 596; **5**, 748; **6**, 1086; **8**, 154; **9**, 495; **10**, 627; **11**, 1333; **13**, 477; **14**, 815.

Melchior Neumayr, **1**, 159. — Les nouvelles cartes géologiques, **8**, 404.

Haure (M.) : Rech. sur les points de Weierstrass d'une courbe plane algébrique, **8**, 351.

Heape (W.) : L'insémination artificielle des Mammifères et la fécondation ou imprégnation des ovules ainsi obtenue, **8**, 849.

Hébert (A.) : Les Cartes agronomiques, **4**, 287. — La culture du bananier et le commerce des bananes, **8**, 837. — L'état actuel de la culture de la pomme de terre, **9**, 32.

Heckel (E.) : Les graisses végétales des colonies françaises. Leur synthèse naturelle et leur synthèse industrielle, **7**, 750.

Les cultures de caoutchouc coloniales, **9**, 263. — Sur un nouveau faux kola fourni par le « N'taba » ou « N'dimb » des nègres du Soudan, **9**, 311. — Sur l'introduction et la culture des Araucarias dans les colonies françaises tropicales, **9**, 354. — L'huile de Méné (ou Méni) du Sénégal et de la côte occidentale d'Afrique, **10**, 686.

Héger (P.) : Le Congrès d'Anthropologie criminelle de Bruxelles, **3**, 658.

Hugo Kronecker, **25**, 701.

Hekma (E.) : Le suc intestinal de l'homme, **13**, 448.

Held (A.) : Découverte d'un nouvel élément : le masrium, **3**, 483.

Helmholtz (H. von) : La vie et les travaux de Hertz (mémoire posthume et inédit), **16**, 1024.

Hemsalech (G.) : Rech. sur les spectres d'étincelles, **12**, 886. — Constitution de l'étincelle électrique, **16**, 583.

Hemsalech (G.) et de Watteville (C.) : Sur les spectres de flamme, **19**, 208.

Henderson (A.) : Les 27 droites de la surface cubique, **23**, 597.

Henderson (J.-B.) : Polarisation d'électrodes de platine dans l'acide sulfurique, **4**, 619.

Henneguy (F.) : La biologie cellulaire étudiée par la mérotomie, **4**, 758.

Henri (V.) : Le rôle des colloïdes en Biologie; découverte de kinases artificielles, **16**, 640.

Lois d'action des diastases, **16**, 347. — La dissociation électrolytique et la mesure de l'alcalinité du sang, **13**, 328. — La coagulation du latex de caoutchouc, **18**, 214. — Lois des réactions photochimiques, **22**, 548. — Dispersion des rayons ultraviolets par les corps organiques, **25**, 725. — Voir Binet (A.).

Henri (V.) et Mayer (A.) : Nos connaissances sur les colloïdes, **15**, 1015, 1066, 1129.

Henri (V.) et Wurmser (R.) : Etude expérim. sur la loi d'équivalence photochimique d'Einstein, **24**, 448.

Henriet (H.) : L'atmosphère des villes, **18**, 183. — Les causes et le mécanisme de l'altération de l'air confiné, **18**, 498.

Henriet (H.) et Bouyssy (M.) : L'origine de l'ozone et les causes de variation de l'acide carbonique dans l'atmosphère, **19**, 701.

Henry (R.) : Travail mécanique des oiseaux dans la sustension simple en air calme, **3**, 322.

Hensel (K.) : Théorie des nombres algébriques, **20**, 961.

Herbeite (J.) : Contribution à l'étude de l'isomorphisme, **18**, 374.

Herdmann (W.-A.) : Les pêcheries d'huîtres perlières du golfe de Manaar, **15**, 1100.

Hérouard (Ed.) : Recherches sur les Holothuries des côtes de France, **2**, 22.

Herrera (Prof. A.-L.) : Nouveau procédé pour reproduire les mouvements amiboïdes et la phagocytose, **23**, 340.

Hertwig (O.) : L'action biologique des corps radioactifs, **24**, 609.

Comparaison de l'ovogénèse et de la spermatogénèse chez les Nématodes, **3**, 97.

Herzen (A.) : La digestion peptique de l'albumine, **5**, 633. — La digestion tryptique des albumines et la sécrétion interne de la rate, **6**, 494.

Hess (J.) : Les éléments scientifiques de la transformation de la Chine, **11**, 775, 844.

Hesselberg (Th.) : La physique des mers polaires, **22**, 7.

Heycock (C. T.) et Neville (F. H.) : La constitution des alliages de Cu et Sn, **13**, 273; **14**, 1065.

Heydweiller (Ad.) : La tension superficielle des solutions salines aqueuses diluées, **19**, 515.

Highfield (J. S.) : La destruction des ordures et la production de l'énergie électrique, **12**, 825.

Hilbert (D.) : Problèmes mathématiques, **12**, 168.

Théorie des corps de nombres algébriques, **25**, 447.

Hildebrandsson (H. H.) : Léon Teisserenc de Bort, **24**, 42.

Hill (L.) : Influence de la pesanteur sur la circulation, **6**, 195. — Sur l'anémie cérébrale et les effets qui suivent la ligature des artères cérébrales, **11**, 814. — Influence de l'augmentation de la pression atmosphérique sur la circulation du sang, **11**, 911; **19**, 253.

Hinrichsen (F. W.) : La notion de valence et les combinaisons non saturées, **13**, 115.

Hirst (Dr G. S.) : La mortalité tuberculeuse chez les blancs, les gens de couleur et les nègres aux Antilles, **18**, 115.

Hirth (G.) : Les localisations cérébrales en Psychologie, **8**, 758.

Hochreutiner (B. P. G.) : Melchior Treub, **21**, 881.

Hofmeister (F.) : La chimie de la cellule, **13**, 725. — La structure de la molécule de l'albumine, **14**, 501.

Hök (W.) : Sur l'insubmersibilité des navires de commerce, **2**, 623.

Hollard (A.) : Les théories modernes de l'électrolyse, **9**, 358; 411. — Les principes de l'analyse électrolytique, **12**, 94. — La théorie des ions et ses critiques, **18**, 72.

Les chaleurs de formation des ions, **10**, 939. — Théorie de la dureté des métaux et des alliages, **12**, 455.

Homfray (Mlle I.) : L'absorption des gaz par le charbon de bois, **21**, 665.

Hommell (R.) : Etat actuel de l'apiculture en France, **7**, 8.

Hopkinson (B.) : Explosion des mélanges de gaz d'éclairage et d'air, **17**, 399.

Hospitalier (E.) : Les moteurs à courant alternatif, **2**, 536. — Générateurs et transformateurs polymorphiques d'énergie électrique, **5**, 469.

Hostelet (G.) : Les principes généraux et les relations fondamentales de l'Energétique, **18**, 483.

Houard (C.) : Rech. anatomiques sur les galles de tiges : pleurocécidies, **15**, 317.

Houdaille (F.) : L'état actuel de la météorologie agricole en France, **5**, 606.

Houlbert (C.) : Les insectes ennemis des livres, **14**, 1117.

Houllevigue (L.) : Revue annuelle d'Optique, **22**, 650; **23**, 858; **25**, 440.

Influence de l'aimantation sur les phénomènes thermoélectriques, **6**, 899. — Préparation de lames minces métalliques par projection cathodique, **13**, 1154. — Une nouvelle classe de rayons cathodiques, **24**, 1.

Houssay (Frédéric) : Carènes et poissons, **20**, 617. — Nouvelles expériences sur la forme et la stabilité des poissons, **20**, 943.

Houston (R. A.) : Le mécanisme du spectre d'absorption des solutions, **20**, 828.

Huber (M.) : La Statistique générale de la France, **25**, 552.

d'Hubert (E.) : Rech. sur le sac embryonnaire des plantes grasses, **8**, 213.

Hubrecht (A. A. W.) : Avantages économiques et hygiéniques d'un nouveau changement d'heure en France, **23**, 897.

HUET (P.) : Les époques de ponte de poissons en rivière et en eau dormante, **17**, 817.

HUGGINS (W. et Mme) : Rech. sur les lignes H et K du spectre du calcium, **8**, 887.

HUGOUNENQ (L.) : La constitution des albumines et les récents travaux de l'Ecole allemande; les bases hexoniques, **10**, 89. — Les recherches récentes sur la composition chimique du fœtus humain et de l'enfant nouveau-né, **12**, 435. — Les récentes conquêtes de la Biologie dans le domaine du chimisme intestinal, **16**, 1084.

HUGOUNENQ (Dr L.) et MOREL (Dr A.) : L'hydrolyse fluorhydrique et la constitution des matières albuminoïdes, **20**, 839.

HUGUET (J.) : Les races marocaines, **25**, 293.

HUNGER (F. W. T.) : Le mécanisme du glissement dans le règne végétal, **10**, 950.

HUOT (A.) : Rech. sur les Poissons lophobranches, **13**, 838.

HURMUZESCU (D.) : La f. é. m. d'aimantation, **6**, 194. — Nouv. détermination du rapport entre les unités électrostatiques et électromagnétiques, **7**, 793, 923.

HUSSON (Ed.) : Rech. des intégrales algébriques dans le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe, **17**, 291.

I

IMBERT (A.) : Les méthodes de laboratoire appliquées à l'étude directe et pratique des questions ouvrières, **22**, 478.

IMBERT (A.) et BERTIN-SANS (H.) : Radiographie du corps entier d'un nouveau né, **7**, 556.

ITASSE (G.) : La graphotypie, **9**, 311.

IVES (I. E.) : La construction des B. d'induction, **14**, 1019.

J

JACCARD (Paul) : La distribution de la flore dans la zone alpine, **18**, 961.

JACK (W. R.) : Analyse des mouvements volontaires à l'aide de certains instruments nouveaux, **6**, 904.

JACOB DE CORDEMOY (H.) : Rech. sur les Monocotylédones à accroissement secondaire, **6**, 1059.

JACTEL (R.) : Vieilles villes et cités modernes au Maroc, **25**, 379.

JADIN (F.) : Contribution à l'étude des Simarubacées, **12**, 1083.

JAHN (P.) : Rotation électromagnétique du plan de polarisation dans les liquides et solutions, **2**, 318.

JAMMES (L.) : Rech. sur l'organisation et le développement des Nématodes, **6**, 602.

JANET (J.) : Les progrès récents de l'endoscopie viscérale, **3**, 141.

JANET (Paul) : Les oscillations électriques de période moyenne, **4**, 235. — Le transport électrique de la puissance mécanique, **9**, 638. — L'arc voltaïque, **13**, 416. — Les tendances et les recherches actuelles de l'Electrotechnique, **16**, 547. — Le Congrès international des applications de l'Electricité (Marseille, 1908), **19**, 897. — La vie et les œuvres de E. Mascart, **20**, 574. — L'enseignement de la radiotélégraphie à l'Ecole supérieure d'Electricité, **24**, 755.

Aimantation transversale des conducteurs magnétiques, **1**, 380. — Inscription électrochimique des courants alternatifs, **5**, 431.

JANET (Pierre) : Le Congrès international de Psychologie expérimentale (Londres, 1912), **3**, 609. — Le troisième Congrès international de Psychologie, **8**, 22. — L'amnésie continue, **4**, 167.

Les obsessions et la psychasthénie, **14**, 459.

JANSSEN (J.) : Les spectres planétaires et l'Observatoire du Mont-Blanc, **4**, 621. — Les récents progrès de l'Aéronautique, **11**, 1077. — Revue annuelle d'Astronomie, **7**, 485.

Science et poésie, **13**, 1109.

JAQUEROD (A.) : Recherches modernes sur les poids atomiques, **19**, 443.

JAWEIN : Sur une fonction physiologique de la rate, **11**, 568.

JEAN (F.) : L'industrie des suifs comestibles et industriels, **6**, 412.

La fabrication des extraits tannants et la détermination de leur valeur commerciale, **7**, 833.

JEAN (J.) : Nouvelle graisse alimentaire végétale, **7**, 895.

JEANNETTAZ (P.) : Progrès dans la métallurgie du zinc, **9**, 1. — Transformations dans la métallurgie du cuivre : le sélecteur, **9**, 203.

JEANS (J. H.) : Vibrations et stabilité d'une planète gravitante, **14**, 225.

JEANSELME (Dr E.) : Hygiène et vie matérielle en Chine, **16**, 195. — Mangeurs et fumeurs d'opium, **18**, 19.

JÉGOU (P.) : Détecteur électrolytique sans f. é. m. auxiliaire, **24**, 683.

JESSE (O.) : Voir FOERSTER (W.).

JOLY (H.) : Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure N. E. du bassin de Paris, **20**, 513.

JONES (E. T.) : Sur la déformation magnétique du nickel, **9**, 663.

JORDAN (Ch.) : La propagation des ondes sismiques, **18**, 531, 571.

JOTEYKO (J.) : Le siège de la fatigue, **13**, 294. — Une théorie toxique de la douleur, **17**, 240.

JOUAUST (R.) : Les alternateurs à haute fréquence, **24**, 464.

JOUBIN (L.) : Les Brachiopodes, leur structure et leur parenté, **1**, 767. — L'enseignement de la Malacologie au Muséum, **15**, 174. — L'ostréiculture dans le Morbihan, **18**, 65.

Inauguration du Musée océanographique de Monaco, **21**, 369.

JOURDAN (Et.) : Le tissu musculaire dans la série animale, **6**, 407.

JOURDY (Général) : La loi de position en Géologie, **20**, 624. — Orogénie systématique et tectonique positive, **21**, 26. — L'architecture des animaux-plantes, **24**, 763.

JOURNÉE : Tir des fusils de chasse, **14**, 574.

JUILLET (A.) : Rech. sur le poumon des oiseaux, **23**, 600.

JULIN (C.) : La castration parasitaire et ses conséquences biologiques chez les animaux et les végétaux, **5**, 597.

JULIUS (W. H.) — Les théories solaires et la dispersion anomale, **15**, 480.

Moyen de multiplier la précision de la lecture des échelles divisées, **9**, 307. — Phénomènes de la surface du Soleil en rapport avec la dispersion anomale de la lumière, **11**, 563. — Formation de lignes doubles dans le spectre de la chromosphère par la dispersion anomale de la lumière photosphérique, **12**, 986 — Une hypothèse sur l'origine des protubérances solaires, **13**, 843. — Explication de propriétés anomales des raies de Fraunhofer par la dispersion anomale de la lumière du Soleil dans la couronne, **14**, 470. — Bandes de dispersion dans les spectres d'absorption, **15**, 755, 1155. — Nouv. méthode pour déterminer la loi selon laquelle le rayonnement du disque solaire diminue du centre au bord, **17**, 303. — Distribution arbitraire de la lumière dans les bandes de dispersion, **18**, 47. — Rech. spectrohéliographiques de phénomènes causés par la réfraction anomale, **19**, 968. — Conséquences régulières de la réfraction irrégulière dans le Soleil, **20**, 975.

JUMELLE (Henri) : Marseille et les produits coloniaux, **10**, 582.

Sur les lianes à caoutchouc exploitées en Casamance, **9**, 767. — Sur l'acclimatation du « Castilloa elastica », arbre à caoutchouc, dans les colonies françaises, **9**, 839. — L'industrie sucrière et la culture de la canne aux îles Hawaï, **23**, 769. — Les bois de cercueil au Tonkin, **24**, 172. — Le nouveau caféier de Java, **24**, 217.

JUMELLE (H.) et PERRIER DE LA BATHIE (H.) : Les bois de sciage à Madagascar, **23**, 261.

K

KAPTEYN (J. C.) : Sur la distribution des vitesses cosmiques, **6**, 648; **8**, 763. — Vitesse du système solaire à travers l'espace, **8**, 971. — La parallaxe des nébuleuses, **17**, 348.

KARPEN (V.) : Rech. sur l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement, **15**, 953.

KASTERIN (N.) : Sur la dispersion des ondes acoustiques en milieu homogène, **9**, 307.

KAUFMANN (M.) : La tuberculine agent révélateur de la tuberculose chez les Bovidés, **3**, 601. — Morve et malléine, **3**, 815. — Les idées actuelles sur la formation de l'urée dans l'organisme animal, **5**, 521.

KAYSER (E.) : Les levures sélectionnées, **18**, 827.

KAYSER (H.) : Traité de Spectroscopie, **11**, 1345; **14**, 156; **16**, 871; **19**, 715; **21**, 872; **24**, 441.

KELVIN (Lord) : La viscosité superficielle de l'eau, **1**, 387. — Généralisation de la projection de Mercator à l'aide d'instruments électriques, **3**, 692. — Sur la division homogène de l'espace, **5**, 399.

KELVIN (Lord) et MACLEAN (M.) : Sur l'électrisation de l'air, **5**, 555; **6**, 396; **8**, 1017.

KILIAN (W.) : La Géologie des Alpes et la carte de M. Noé, **2**, 13. — Les essais de Géologie expérimentale du Prof. Ed. Reyer, **4**, 425.

KILIAN (W.) et GIGNOUX (M.) : L'Enseignement de la Géologie en France, **24**, 831.

KLING (A.) : La viscosité dans ses rapports avec la constitution chimique, **17**, 271. — La Tautomérie, **18**, 283, 311.

KLUMPKE (Dorothée) : L'éclipse de Soleil du 28 mai, **11**, 716.

KLUYVER (J. C.) : La théorie des invariants; son origine et son but, **4**, 247.

Un problème de probabilité géométrique, **16**, 962.

KOEHLER (R.) : Les idées nouvelles sur les Echinodermes, **2**, 102. — Les conditions d'existence des organismes pélagiques, **3**, 77. — Les phénomènes intimes de la fécondation, **3**, 539. — Revue annuelle de Zoologie, **5**, 202, **6**, 271; **7**, 213; **8**, 266; **9**, 332; **10**, 238; **12**, 180; **13**, 344.

KOENIGS (G.) : Sur deux appareils nouveaux de mécanique, **2**, 241. — La G. réglée et ses applications, **7**, 724. — La philosophie des Sciences d'après M. C. de Freycinet, **12**, 368.

KOENIGSBERGER : Le déplacement des bandes d'absorption dans les solides en fonction de la température, **12**, 555.

KÖHLER (A.) : La microphotographie en lumière ultraviolette, **16**, 147.

KOHLSCHUTTER (V.) : Les formes allotropiques des métaux précipités par électrolyse, **24**, 416.

KOHNSTAMM (Ph.) : L'équation critique de Van der Waals, **15**, 571.

KOLDERUP (K. F.) : Les fjords de Norvège et leur mode de formation, **21**, 337.

KOLLMANN (M.) : L'évolution des leucocytes et du tissu lymphoïde des Invertébrés, **19**, 746.

KORDA (Désiré) : Application des courants triphasés dans les sucreries et raffineries, **7**, 417.

KORTEWEG (D. J.) : Points de plissement et plis correspondants à proximité du bord de la surface ψ de van der Waals, **14**, 343. — Sur les horloges sympathiques de Huygens et les phénomènes analogues, **16**, 1064.

KOSSEL (Albrecht) : Les protamines et les corps albuminoïdes, **10**, 380. — L'état actuel de la chimie des corps albuminoïdes, **13**, 455.

KOSSOGONOFF (J.) : Rech. ultramicroscopiques sur le mécanisme de l'électrolyse, **21**, 460.

KOULIABKO (A.) : La survie des têtes de poissons, **18**, 815.

KOWALSKI (J. de) : Le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension, **16**, 442. — La phosphorescence à basse température, **21**, 130; **23**, 338.

KOWALSKI (J. de) et DALEMONT (J.) : L'enseignement des sciences appliquées à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg, **16**, 773.

L

LABBÉ (A.) : L'hétéromorphose en Zoologie, **8**, 589.

Rech. sur les parasites endoglobulaires du sang des Vertébrés, **5**, 694. — R. Virchow, **13**, 949.

LABBÉ (Marcel) : La tuberculose, maladie sociale, **14**, 349.

LABORDE (J.) : Rech. sur une moisissure nouv., l'*Eurotiopsis Gayoni*, **8**, 846.

LABROUSTE (H.) : Couches monomoléculaires; nouv. procédés d'observation, **25**, 168.

LACAZE : Pathologie de Madagascar. Conditions sanitaires de Majunga à Tananarive. Hygiène du soldat et acclimatement du colon, **6**, 745.

LACROIX (A.) : Le mode de formation d'un dôme volcanique et la cristallisation des roches éruptives quartzifères, **16**, 301. — L'éruption du Vésuve en avril 1906, **17**, 881, 923. — L'éruption de l'Etna en avril-mai 1908, **20**, 298, 362.

A. des Cloizeaux, **8**, 486. — Le Rapport de la Mission scientifique de la Martinique, **13**, 846. — Sur quelques productions boueuses accompagnant les éruptions de la Montagne Pelée, **14**, 115.

LADREIT DE LACHARRIÈRE (J.) : L'action militaire de la France au Maroc, **25**, 366.

LAFAY (A.) : La polarisation de la lumière diffusée par le verre dépoli, **10**, 877.

LAFFITTE (V. de) : Deux maladies parasitaires du maïs, **13**, 174.

LAGUESSE (E.) : Revue annuelle d'Anatomie, **10**, 869; **11**, 1184; **12**, 1020; **13**, 1088; **14**, 1101; **15**, 1082; **16**, 1095; **17**, 1062; **18**, 968; **19**, 986; **20**, 1001; **22**, 70; **23**, 67; **25**, 259.

Rech. sur le développement de la rate chez les Poissons, **3**, 29. — Henri Beauregard, **11**, 621.

LABILLE (F.) : Recherches sur les Tuniciers, **2**, 794.

LAISANT (C. A.) : Les travaux du dernier Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences (Caen, 1894), **6**, 159.

Les Mathématiques au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Bordeaux, **7**, 31.

LAISANT (C. A.) et LEMOINE (E.) : Sur l'orientation actuelle de la science et de l'enseignement mathématique, **4**, 719.

LALLEMAND (Ch.) : Cartes et repères aéronautiques, **22**, 557.

LAMARCODIE (G. de) : Les ondes hertziennes appliquées à la direction des ballons, **17**, 979. — Le régime futur de l'Electricité à Paris, **18**, 13. — L'enseignement technique de l'Electricité en France et à l'Etranger, **18**, 395. — Les usines hydro-électriques en France, **18**, 654. — Le projet d'adduction à Paris des forces motrices du Rhône, **18**, 788. — Les lampes à incandescence à filaments métalliques, **19**, 283.

LAMBERT (A.) : Sur le développement de la fonction perturbatrice, **19**, 244.

LAMBERT (M.) : Les idées récentes sur la formation de la lymphe, **5**, 376.

LAMBLING (E.) : La pénétration et la répartition du fer dans l'organisme animal, **3**, 224. — Revue annuelle de Chimie physiologique, **16**, 19, 75; **17**, 326, 376; **20**, 128, 175; **23**, 586, 626.

LAMOTTE (M.) : Expériences aux basses températures, **20**, 808. — Thermométrie et calorimétrie aux températures très basses, **20**, 873. — Les récents travaux du Laboratoire cryogène de Leyde, **22**, 902.

Rech. expérimentales sur les oscillations électriques d'ordre supérieur, **14**, 1222. — Bernard Brunhes, **21**, 457.

LAMOURETTE : Sur l'origine morphologique du liber interne, **2**, 519.

LAMPRECHT (G.) : Influence de la Lune sur les pluies, **15**, 1009.

LAMY (Ed.) : Revue de Zoologie. Mollusques et Tuniciers, **24**, 852.

LANCE (D.) : Etude anatomique et biologique des Tardigrades, **7**, 924.

LANDAU (E.) : Traité de la théorie de la distribution des nombres premiers, **22**, 293.

LANDERER (J. J.) : Sur la rotation de Vénus, **19**, 557.

LANDOLT (H.) : Les progrès des disciplines chimiques depuis quarante ans, **19**, 185.

Expériences sur la loi de Lavoisier, **19**, 471.

LANGE (Dr) : Les émotions, **7**, 755.

LANGEVIN (P.) : La physique des électrons, **16**, 257.

Les ions dans les gaz, **13**, 652, 700. — Les ions de

l'atmosphère, **15**, 1153; **16**, 536. — La théorie électromagnétique et le bleu du ciel, **22**, 89.

LANGLET (E.) : L'étude des objectifs photographiques, **16**, 707.

LANGLOIS (P.) : La prophylaxie des accidents dans l'air comprimé, **22**, 54. — Les accidents d'électrocution, **24**, 294. — Revue annuelle d'Hygiène, **7**, 348; **11**, 203, 881; **17**, 820, 865; **19**, 905; **22**, 959; **24**, 623. — Voir GARRELON (L.).

Sur les fonctions des capsules surrénales, **8**, 477. — La polypnée thermique chez les poikilothermes, **13**, 367. — Auguste Loutreuil, **22**, 221.

LANINO (Pietro) : La traction électrique sur les chemins de fer italiens, **24**, 426.

LANNELONGUE (Dr) : De la craniectomie dans la microcéphalie, **1**, 392.

LAPICQUE (L.) : Principe pour une théorie du fonctionnement nerveux élémentaire, **21**, 103. — L'inefficacité physiologique des courants électriques progressifs, **24**, 540.

La lutte pour la vie chez les petits oiseaux, **22**, 351.

LAPPARENT (A. de) : Une nouvelle cause de mobilité de l'écorce terrestre, **1**, 267. — La formation de la craie phosphatée en Picardie, **2**, 406. — Le fond des mers, **3**, 407. — La structure et l'histoire des Balkans d'après M. Franz Toula, **7**, 502. — L'évolution des doctrines cristallographiques, **12**, 399.

Daubrée et son œuvre, **7**, 627. — Munier-Chalmas, **14**, 1176.

LARBALÉTRIER (A.) : Etat actuel de la culture de l'orge de brasserie et du houblon en France, **6**, 958. — L'état actuel de l'élevage du porc en France, **8**, 618. — L'état actuel et les besoins de la culture du trèfle, de la luzerne et du sainfoin en France, **9**, 614. — L'état actuel et les besoins de la culture des prairies naturelles et des pâturages en France, **12**, 836. — L'état actuel et les besoins des châtaigneraies en France, **13**, 733.

Le dosage de l'azote dans les terres et les engrais; simplification de la méthode de Kjeldahl, **8**, 175.

LARBALÉTRIER (A.) et MALPEAUX (L.) : Etat actuel de la culture de la betterave en France. 1re partie : Choix des variétés. Culture de la betterave à sucre, **7**, 633. — 2e partie : Betterave de distillerie et betterave fourragère, **7**, 675.

LAURY (A.) : Les diatomées fossiles, **22**, 918, 949.

LAUE (M.) : Le principe de relativité, **23**, 444.

LAUNAY (L. de) : L'avenir géologique de l'or et de l'argent. Conséquences économiques et sociales, **6**, 362. — Les diamants du Cap, **8**, 535. — La distribution géographique des sources thermales, **9**, 537. — Les variations des filons métallifères en profondeur, **11**, 575. — Un projet d'empire colonial français sous Louis XV, **12**, 414. — La répartition et les caractères de la richesse minérale en Afrique, **13**, 1075. — La distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre, **15**, 386. — Application de la méthode tectonique à la métallogénie de la région italienne, **16**, 812. — L'or dans le monde et son extraction, **17**, 501, 547. — Les Telchines et les origines de la métallurgie antique, **19**, 449. — La métallogénie du continent asiatique, **21**, 974. — Classification métallogénique des corps simples, **22**, 633. — L'orogénie de la Péninsule balkanique (contre-coups de la Géologie sur l'Histoire), **23**, 817.

LAURENT (Ach.) : L'empoisonnement des rivières en Australie, **6**, 439.

LAURENT (Émile) : Deux plantes pour la soif, **13**, 326.

LAURIOL (P.) : Un nouveau mode de traction électrique. Le tramway Claret-Vuilleumier, **7**, 331.

L'assainissement de Paris. L'épuration des eaux d'égout par l'irrigation, **7**, 35. — Le concours ouvert par la ville de Paris pour l'épuration et la stérilisation des eaux de rivière destinées à la boisson, **7**, 489. — Le pavage en bois, **8**, 1.

LAUSSEDAT (A.) : Rech. sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques, **10**, 637; **12**, 811; **15**, 875.

LAUTH (Ch.) : Aug. Scheurer-Kestner, **10**, 753.

LAVARENNE (E. de) : Tuberculose et auscultation, **1**, 17. — Les polynévrites, **1**, 211. — Revue annuelle de Médecine, **1**, 773; **2**, 748; **3**, 855; **4**, 804.

LAVENIR (A.) : Variations des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes, **6**, 388.

LAVERAN (A.) : L'évolution de la Pathologie exotique, **19**, 134.

LAVERGNE (G.) : Les turbines et le transport de la force par l'électricité, **5**, 101. — Les applications mécaniques de l'Electricité dans les mines, **6**, 8. — Les récents perfectionnements du phonographe, **7**, 193. — Les applications de l'électricité à l'artillerie, **8**, 544. — L'état actuel de l'automobilisme, **10**, 131, 190, 224, 257. — La deuxième exposition internationale d'automobiles, **10**, 613. — L'automobile en 1902, **13**, 811, 853, 916, 973. — L'automobilisme en 1903, **14**, 938. — L'automobilisme au Salon de décembre 1903, **15**, 30. — Les moteurs sans soupape à quatre temps, **23**, 13.

LAZE (L.) : L'état actuel et les besoins de la féculerie en France, **7**, 1244.

LEAU (L.) : Sur les équations fonctionnelles à une ou à plusieurs variables, **8**, 795.

LÉAUTÉ (A.) : Rech. sur la décharge des condensateurs, **21**, 485.

LÉAUTÉ (H.) : La machine à vapeur, **1**, 289. — Sur la théorie des régulateurs, **1**, 625, 663.

LEBEAU (P.) : Rech. sur le glucinium et ses composés, **9**, 828.

LE BEL (A.) : La cause de l'équilibre dans la molécule, **2**, 209. — Les laboratoires d'enseignement chimique primaire à Paris, **3**, 88.

LE BLANC (Max) : Les idées nouvelles sur la théorie des piles, **10**, 725.

LEBLANC (Maurice) : Nouv. machine frigorifique, **16**, 1116.

LEBLANC FILS (Maurice) : Les transports d'énergie électrique à haute tension, **24**, 844.

LEBLOND (M. A.) : L'état actuel de l'agriculture à Madagascar, **18**, 675.

LEBON (Ernest) : La section des Sciences au Congrès international de sciences historiques, **14**, 590.

LEBRUN (A.) : Les mines et l'exploitation minérale en Bosnie-Herzégovine, **11**, 512.

LÉCAILLON (A.) : Rech. sur l'œuf et le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides, **10**, 363.

LECHALAS (M.-C.) : La navigation de la Loire, **7**, 746. — La navigation de la Garonne et du Rhône. Comparaison de ces fleuves avec la Loire, **8**, 645.

LE CHATELIER (Alfred) : La production du caoutchouc, **10**, 300. — La Défense nationale, **11**, 57. — La lutte sociale contre la tuberculose, **15**, 83.

Les Senoussiya, **13**, 504, 599, 711.

LE CHATELIER (André) : Les propriétés mécaniques des métaux, **2**, 509.

LE CHATELIER (H.) : Le grisou et ses accidents, **1**, 630. — Sur l'Energétique, **4**, 567. — La constitution chimique des produits hydrauliques, **5**, 33. — Les alliages métalliques, **6**, 529. — L'état actuel des théories de la trempe de l'acier, **8**, 11. — L'enseignement scientifique général dans ses rapports avec l'industrie, **9**, 98. — La loi des phases, **10**, 759. — Du rôle des préoccupations industrielles dans les progrès de la science pure, **12**, 1099. — J. Willard Gibbs. Sa vie et son œuvre, **14**, 644. — Progrès récents de la Sidérurgie, **21**, 886. — L'œuvre de van't Hoff, **22**, 353.

La fusibilité des mélanges salins, **5**, 1005. — Un nouv. microscope pour l'étude des corps opaques, **8**, 43. — La loi des tensions fixes de dissociation, **21**, 83. — Floris Osmond (1849-1912), **23**, 685. — G. Wyrouboff, **25**, 1.

LE CHATELIER (H.) et MOURET (G.) : Les équilibres chimiques, **2**, 97, 138.

LECOMTE (H.) : La ramie, **1**, 11. — Les produits végétaux du Congo français, **5**, 797. — La culture du cacaoyer dans les Colonies françaises, **8**, 468. — L'agriculture aux Antilles françaises, **13**, 611.

LECORNU (L.) : Les régulateurs en 1900, **12**, 125. — Les rotations ultra-rapides, **25**, 7. — Revue annuelle de Mécanique appliquée, **14**, 387; **16**, 821; **20**, 30; **23**, 548.

LE DANTEC (F.) : Les Coccidies, **6**, 775. — Les Myxospo-

ridies, 6, 1082. — L'équivalence des deux sexes dans la fécondation, 10, 854. — L'hérédité, clef des phénomènes biologiques, 11, 731, 798. — La maturation de l'œuf, 13, 290. — L'enseignement des Sciences naturelles comme instrument d'éducation philosophique, 16, 276.
Théorie nouv. de la vie, 7, 837. — Evolution individuelle et hérédité, 9, 547.

Le Dentu (A.) : La chirurgie des reins et des uretères, 1, 689.

Ledingham (C. G.) : Influence de la température sur la phagocytose, 19, 553.

Ledoux-Lebard (A.) : Micro-organismes thermophiles et thermogènes, 3, 410. — La diphtérie et son traitement par le sérum d'animaux immunisés, 3, 782. — L'action de la lumière sur les microbes, 5, 446.

Leduc (A.) : Les densités des gaz et la loi des volumes moléculaires, 4, 404. — Abaissement moléculaire du point de congélation des solutions très diluées, 6, 394. — Rech. sur les gaz, 11, 41. — La densité de la glace et sa chaleur de fusion, 17, 157.

Lefebvre (M.) : Détermination expérimentale de la maîtresse section, 21, 918.

Lefeuvre (Dr) : Inscription des signaux de télégraphie sans fil à l'aide d'un muscle de grenouille, 23, 535.

Lefèvre (J.) : La Bioénergétique générale, 23, 187. — La Bioénergétique musculaire, 23, 747.

Lefèvre (L.) : Les industries chimiques normandes à l'exposition de Rouen, 7, 669.

Legendre (A.-F.) : Le Royaume fleuri ou Province des quatre fleuves (Chine occidentale), 16, 947.

Legendre (R.) : Contrib. à la connaissance de la cellule nerveuse, 20, 753.

Léger (L.) : Rech. sur les Grégarines, 3, 558.

Léger (Louis) : Comment la nation russe s'est-elle formée? 9, 674.

Léger (L. J.) : Rech. sur l'appareil végétatif des Papavéracées, 7, 421.

Léger (M.) : Recherches sur la structure des Mucorinées, 7, 322.

Léger (M.) : Un nouvel essai de navigation aérienne par le plus lourd que l'air, 16, 939.

Legrand (E.) : Rech. sur la conductibilité électrique de certains sels et du sodium dissous dans AzH^3 liquéfié, 14, 103.

Le Grand (N.-E.) : Voir Cordier (J.-A.).

Leheup (A.) : L'état actuel de la culture et de l'industrie du tabac, 10, 772.

Lehmann (A.) : Modifications organiques accompagnant les émotions, 17, 723.

Lejeaux (Jean) : Le dry farming et l'agriculture nord-africaine, 23, 302.
La baisse cotonnière et l'Afrique du Nord, 23, 93.

Lelieuvre (M.) : Sur les surfaces à génératrices rationnelles, 6, 1101. — Jules Tannery, 22, 49.

Lemarc (Ct) : Le problème du ravitaillement de l'armée bulgare, 23, 918.

Lémeray (E. M.) : Le principe de relativité et la Mécanique, 23, 174.

Lemire (Ch.) : Les intérêts français au Siam, 9, 106. — Les produits de nos Colonies à l'Exposition de 1900, 9, 130.

Lemoine (P.) : Les tremblements de terre du Bassin de Paris, 24, 54.
Mission dans le Maroc occidental, 17, 521. — L'origine tectonique des tremblements de terre de Provence et d'Italie, 20, 940. — Le tremblement de terre de la mer de Marmara, 24, 88.

Lemoine (Mme P.) : Le rôle des algues dans la formation des dépôts calcaires, 22, 645.
Structure anatomique des Mélobésiées; classification, 22, 659.

Lemoult (P.) : Nouvelles synthèses de l'indigo. Procédé Sandmeyer, 13, 759. — Thermochimie et formules de constitution, 19, 137. — Revue annuelle de Chimie organique appliquée, 22, 571.
Spectres d'absorption de quelques matières colorantes artificielles, 12, 198.

Lenard : Les spectres des métaux alcalins, 16, 666.

Lenard et Klatt : La phosphorescence des sulfures alcalino-terreux, 16, 354.

Lenoble (E.) : Nouveau procédé de détermination de la densité des corps pulvérulents (méthode du flacon), 8, 642.

Lépine (R.) : L'évolution de nos connaissances sur les hydrates de carbone de l'économie animale, 23, 463.

Leray (P. A.) : Une nouvelle théorie de la capillarité, 4, 143.

Leriche (M.) : Etude des Poissons fossiles du nord de la France et des régions voisines, 18, 375. — Les Galeries nationales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, 17, 3.

Le Roux (J.) : Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, 6, 286.

Le Roy (Ed.) : Sur l'intégration des équations de la chaleur, 9, 827.

Leroy (Raoul) : L'alcoolisme dans l'Eure au XIXe siècle, 12, 646.

Leroy-Beaulieu (A.) : Les races, les religions, la nationalité en Bosnie-Herzégovine, 11, 344.

Lesage : Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles, 1, 677.

Lescardé (F.) : L'œuf de poule, sa conservation par le froid, 21, 352.

Le Sourd (L.) et Pagniez (Ph.) : La rétraction du caillot sanguin et les hématoblastes, 18, 858.

L'Espinasse-Langeac (de) : La culture de l'olivier en Tunisie, 7, 1105.

Letheule (P.) : La lampe et la soupape à mercure Cooper-Hewitt, 16, 934.

Létienne (A.) : Revue annuelle de Médecine, 6, 1049; 8, 341; 9, 75; 10, 476; 11, 1099; 12, 923; 13, 983; 14, 1211; 15, 991; 16, 904; 17, 982; 19, 180; 20, 367; 21, 64.

Letulle (Dr M.) : Les dilatations du cœur, 5, 733.

Levaditi (C.) : La paralysie infantile épidémique (maladie de Heine-Medin), 22, 533. — Le virus de la paralysie infantile épidémique, 22, 673.

Levasseur (E.) : L'esprit du Protectorat français. L'œuvre administrative de la France en Tunisie, 7, 1182.

Le Verrier (U.) : Les procédés nouveaux pour le raffinage de l'acier, 2, 593. — Revue annuelle de Métallurgie, 6, 177.

Lévy (Albert) : Les eaux potables et la méthode hydrotimétrique, 3, 151.

Lévy (L.), Urbain (E.), Dupont (F.), Pigeon (L.), Silz (E.), Korda (D.) : Les travaux du récent Congrès de Chimie appliquée, 7, 903.

Lévy (Maurice) : La Théorie mathématique de l'Electricité, 1, 33. — L'Hydrodynamique moderne et l'hypothèse des actions à distance, 1, 721. — Le mouvement récent des grandes applications de l'Electricité, 19, 768.

Lewes (V. B.) : La synthèse industrielle des hydrocarbures employés à l'éclairage, 6, 269.
Sur les dépôts qui se forment dans les chaudières, 2, 390.

Lezé (R.) : La laiterie moderne et l'industrie du lait concentré, 6, 539. — Recherches nouvelles sur la constitution et les réactions du lait, 9, 841. — Emulsions et cristaux, 10, 741. — La laiterie française et ses récents progrès, 12, 82. — Une machine thermique idéale, 13, 93.

Liapounoff : La figure des planètes, 18, 386.

Lie (Dr H. P.) : G.-A. Hansen, 23, 258.

Lie (S.) : Théorie des groupes de transformation. Leçons sur les groupes continus, 5, 826.

Ligondès (Cel du) : Sur la formation du système solaire, 23, 218.

Limb (Cl.) : Mesure directe des f. é. m. en unités électromagnétiques, 6, 830, 1059.

Lindet (L.) : Les récents progrès de l'industrie sucrière, 2, 370. — Les produits formés pendant la fermentation alcoolique, 2, 720. — L'outillage de la meunerie moderne, 5, 11. — Etat actuel de la sucrerie en France. Evolution récente de la sucrerie, 6, 224. — L'état actuel de la consommation et de la production des alcools d'industrie en France, 10, 818. — L'éclai-

rage et le chauffage par l'alcool, **13**, 284. — Revue des industries de l'alimentation, **21**, 157.

Liouville (R.) : La vitesse de propagation des mouvements dans un fluide indéfini, **1**, 209.

Lippmann (G.) : La Photographie des couleurs; son principe, ses progrès les plus récents, **3**, 41.

Nouv. galvanomètre parfaitement astatique, **12**, 551. — Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission, **16**, 660.

Lockyer (N.) : L'arc spectral photographique des météorites de fer, **5**, 262. — Sur le nouveau gaz extrait de l'uraninite, **6**, 952, 991; **7**, 47, 273, 427, 591, 626. — Le spectre du silicium, **11**, 160. — Relations entre les spectres des taches solaires et des étoiles, **15**, 836.

Lockyer (W.) : Un changement à longue période des taches solaires, **12**, 941.

Lodge (O.) : Les hypothèses actuelles sur la nature des rayons de Rœntgen, **7**, 253.

État actuel de nos connaissances sur les relations entre l'éther et la matière, **3**, 460. — Nouv. forme de cohéreur à restauration automatique, **14**, 737.

Loeb (J.) : Toxicité du chlorure de sodium pur, **11**, 266. — La parthénogénèse expérimentale, **11**, 568. — Nouv. expériences sur la parthénogénèse provoquée, **11**, 1295. — La parthénogénèse artificielle, **21**, 658; **23**, 448.

Loew (O.) : Séchage et fermentation des feuilles de tabac à cigares, **10**, 893.

Loir (A.) : Le surmenage et le charbon chez les moutons australiens, **2**, 515. — Les maladies contagieuses de l'homme et des animaux en Australie, **5**, 7. — Les conditions sanitaires et l'hygiène en Tunisie, **7**, 1038. — Les pratiques médicales chez les Arabes tunisiens, **10**, 673. — Les eaux minérales et thermales de la Tunisie, **11**, 630. — Pasteur à Arbois, **12**, 821. — La désinfection par l'acide sulfureux, **12**, 962. — La pratique de la pasteurisation des vins et la lutte anti-alcoolique, **14**, 430. — Les indigènes de la Rhodésie, **14**, 1093.

L'acide sulfureux contre les moustiques, **13**, 324.

Loisel (G.) : L'enseignement de l'Embryologie dans les nouvelles universités françaises, **11**, 1010; **12**, 251. — Evolution des idées générales sur la sexualité, **16**, 10, 65. — La culture et l'élevage du homard dans les îles Kviting's en Norvège, **24**, 381. — Revue annuelle d'Embryologie, **12**, 1128; **13**, 1139, 1188; **15**, 86, 144; **16**, 376; **17**, 456; **20**, 266; **21**, 692.

Formation et évolution des éléments du tissu élastique, **8**, 631. — Les jardins zoologiques à l'étranger, **18**, 736; **19**, 520; **20**, 481.

Londe (Albert) : Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs, **9**, 442. — Le Stéréocycle de MM. Bazin et L. Leroy, **9**, 479.

Longchamps (G. de) : Les fonctions hyper-bernoulliennes et la fonction $p(u)$, **1**, 571.

Longridge (J. A.) : Le progrès de l'Artillerie, **3**, 109.

Lorain (P.) : L'hélice propulsive, **23**, 263.

Lorentz (H. A.) : Le partage de l'énergie entre la matière pondérable et l'éther, **20**, 14. — Considérations élémentaires sur le principe de relativité, **25**, 179.

Mouvement relatif de la Terre et de l'éther, **3**, 838. — Influence du mouvement de la Terre sur la propagation de la lumière dans les milieux biréfringents, **4**, 204. — Sur les vibrations de systèmes portant des charges électriques et placés dans un champ magnétique, **10**, 207. — Considérations sur la gravitation, **11**, 658. — La théorie du rayonnement et la seconde loi de la Thermodynamique, **12**, 107. — Les lois de Boltzmann et de Wien relatives au rayonnement, **12**, 295. — Théorie simplifiée des phénomènes électriques et optiques dans les corps en mouvement, **10**, 455. — Les phénomènes électromagnétiques dans un système se mouvant avec une vitesse quelconque, inférieure à celle de la lumière, **15**, 524. — Le mouvement des électrons dans les métaux, **16**, 139, 240, 663. — Sur la radiation de chaleur dans un système de corps ayant partout la même température, **16**, 963, 1064. — Sur les bandes d'absorption et d'émission dans les corps gazeux, **17**, 56, 160.

Loth (G.) : Les forêts et la question du reboisement en Tunisie, **7**, 1076. — L'organisation de l'enseignement italien en Tunisie, **12**, 1108. — L'évolution de la Tunisie, **17**, 139.

Lowenthal (V.) : L'état sanitaire comparé de l'armée française et des grandes armées européennes, **14**, 930.

Lubbock (J.) : Les feuilles et les lois de leurs formes, **1**, 535.

Lugol (P.) : Lord Kelvin, **19**, 219.

Lumière (A. et L.) : Etude expérimentale du halo en photographie, **1**, 568. — Les développateurs de la série aromatique, **2**, 442. — La photographie des couleurs. Ses méthodes et ses résultats, **6**, 1034. — La plasmothérapie, **17**, 134.

Une nouvelle méthode d'obtention de la photographie des couleurs, **15**, 883.

Lumière (A. et L.) et Seyewetz (A.) : Le développement des plaques et papiers photographiques en pleine lumière, **14**, 1237.

Lummer (O.) et Pringsheim (E.) : Réalisation et mesure de températures supérieures à 2000°, **14**, 474.

Lumsden (J.-S.) : La forme des courbes de solubilité, **13**, 502.

Lunge (G.) : Revue annuelle de Chimie appliquée. La grande industrie chimique, **2**, 40; **3**, 120; **4**, 107; **5**, 120.

Lutz (L.) : Rech. sur la nutrition des végétaux à l'aide de substances azotées de nature organique, **11**, 612. — Contribution à l'étude des céréales. Le blé, l'orge et le seigle à l'état sauvage, **20**, 801. — Nouvelles méthodes permettant de mesurer l'ouverture des stomates foliaires, **23**, 839. — La formation des zygospores chez les Mucorinées, **24**, 46.

Lydekker (R.) : La découverte de Mammifères du type australien dans l'Amérique du Sud, **3**, 501. — Les Ongulés aberrants des terrains tertiaires et pléistocènes de l'Amérique du Sud, **3**, 565.

Lyon (L.) : Sur les courbes à torsion constante, **1**, 585.

M

Macallum (A.-B.) et Menten (M.-L.) : Distribution des chlorures dans les cellules et les fibres nerveuses, **17**, 253.

Mac Aulay (Alex.) : Les octonions, **10**, 483.

Mac Bride (E.-W.) : Organogénie de l'*Asterina gibbosa*, **5**, 60.

Mac Clelland (J.-A.) : Absorption des rayons Röntgen par différentes substances, **7**, 796. — Rayons cathodiques et rayons de Lenard, **8**, 800.

Macdonald (J.-S.) : La structure des fibres nerveuses, **18**, 46.

Macé de Lépinay (J.) : La visibilité des anneaux de Newton, **1**, 770. — La détermination du kilogramme, **7**, 886.

Macé de Lépinay (J.) et Perot (A.) : Contribution à l'étude du mirage, **4**, 115.

Macfadyen (A.) et Rowland (S.) : Influence de la température de l'air liquide sur les bactéries, **11**, 992.

Machat (J.) : L'état actuel et les besoins de la culture de la pomme de terre en France et à l'étranger. 1re partie : Evolution générale de la culture, **9**, 23. — Les résultats de la Mission Lyonnaise en Chine, **8**, 1001. — Les bases scientifiques de la question chinoise, **9**, 517. — Les conditions géographiques du Soudan égyptien, **10**, 510. — La Géographie physique du Maroc, **14**, 12. — La structure géologique de la Guinée française, **15**, 767. — La question antarctique d'après les voyages exécutés vers le Pôle sud depuis 1898, **19**, 527, 561.

Résultats généraux de la seconde Mission Charcot dans l'Antarctique, **21**, 884.

Maclean (M.) : Effet de l'étirement sur les propriétés thermo électriques des métaux, **10**, 606. — Voir Lord Kelvin.

Macnab (W.) et Ristori (R.) : Rech. sur les températures atteintes pendant les explosions, **11**, 1080.

Madrolle (Cl.) : Haïnan et les influences étrangères, **8**, 3.

Magnan et Sérieux (Drs) : Les Aliénés persécuteurs, **2**, 774.

Maiden (J.-H.) : La flore forestière de la Nouv. Galles du Sud, **21**, 1033.

Maigre (E.) : Le problème du géotropisme et la théorie des statolithes, **20**, 215.

Mailhe (A.) : La technique de la catalyse par les métaux réduits et les oxydes métalliques, **24**, 650. — Revue

annuelle de Chimie minérale, **16**, 172; **17**, 191; **18**, 159; **19**, 322; **20**, 548; **21**, 389; **22**, 240; **23**, 233; **24**, 428. — Revue annuelle de Chimie organique, **21**, 860; **22**, 689; **23**, 781; **25**, 67.

MAILLARD (L.) : La cristallisation des matières albuminoïdes et les cristalloïdes protéiques de la Micrographie, **9**, 608. — Les applications biologiques de la théorie des ions, **10**, 768. — Les peptides, **17**, 115.

L'indoxyle urinaire et les couleurs qui en dérivent, **15**, 911. — Genèse des matières protéiques et des matières humiques, **25**, 120.

MAILLET : Rech. sur les substitutions, en particulier sur les groupes transitifs, **4**, 609.

MAIN (W.-K.) et CHAPLET (A.) : Etat actuel de l'industrie des matières plastiques organiques, **23**, 102.

MAIRE (R.) : Les espèces végétales sociales. Formation et répartition des sociétés, **10**, 523.

MAJORANA (Q.) : Nouv. système de téléphonie sans fil, **18**, 774.

MALAQUIN (A.) : Rech. sur les Syllidiens, **5**, 128.

MALARD (A.-E.) : La castration parasitaire, **2**, 38.

MALFITANO (Giovanni) : Les propriétés physiques des colloïdes hydro-oxy-chloro-ferriques. Essai d'une définition de l'état micellaire, **19**, 614.

MALLOIZEL : La sécrétion de la glande sous-maxillaire, **13**, 452.

MALPEAUX (L.) : L'état actuel de la culture des plantes oléagineuses herbacées en France, **8**, 425. — Voir LARBALÉTRIER (A.)

MANCEAU (E.) : Le tannin de la galle d'Alep et de la galle de Chine, **8**, 757.

MANCINI (E) : La guérison de la rage déclarée (expériences de Tizzoni et Centanni), **3**, 445.

MANDOUL (A.-H.) : Rech. sur les colorations tégumentaires, **15**, 748.

MANEUVRIER (G.) : Nouv. méthode de détermination du rapport *C/c* pour l'air et d'autres gaz, **7**, 106.

MANGEOT (M.-S.) : De la symétrie courbe, **2**, 147.

MANGIN (L.) : Structure et fonction des stomates, **1**, 100. — La sexualité chez les champignons, **9**, 709. — Les Algues du plancton, **19**, 642. — L'œuvre d'Edouard Bornet, **23**, 538. — Revue annuelle de Botanique, **1**, 236; **2**, 255; **3**, 367; **4**, 179; **5**, 450; **7**, 439; **9**, 574.

Maxime Cornu, **12**, 453. — Edouard Bornet, **23**, 1.

MANLEY-BENDALL et PERROTIN (H.) : Organisation et fonctionnement du Service météorologique des Etats-Unis, **25**, 113.

MAQUENNE (L.) : La synthèse des sucres, **1**, 165, 592. — La nomenclature chimique au Congrès de l'Association Française pour l'avancement des sciences en 1893, **4**, 557. — La synthèse des hydrures aromatiques, **4**, 691. — Asymétrie et fermentation. A propos des récents travaux de M. Em. Fischer, **6**, 53. — La réversibilité de la zymohydrolyse, **9**, 925. — La respiration des plantes vertes, **16**, 594. — La synthèse végétale des corps hydrocarbonés, **16**, 928. — L'amidon et sa saccharification diastasique, **17**, 860.

Sur les variations de la valence en Chimie, **3**, 499. — L'œuvre agricole de P.-P. Dehérain, **16**, 752. — Emile Bréal, **21**, 2. — St. Cannizzaro, **21**, 497.

MAQUENNE (L.) et DEMOUSSY (E.) : Le noircissement post-mortal des feuilles, **21**, 196.

MARAGE (D.) : Etude des voyelles par la photographie des flammes manométriques, **9** 164.

MARBE (K.) : Détermination objective de la fréquence des flammes de König, **17**, 842. — Inscription des cardiogrammes au moyen des flammes fumantes, **19**, 45.

MARCET (W.) : Les différentes formes de la respiration humaine, **8**, 299.

MARCH (François) : Sur les β-dicétones, **14**, 365.

MARCHAL (P.) : Rech. sur l'appareil excréteur des Crustacés décapodes, **3**, 685.

MARCHAND (H.) : La fabrication industrielle de la cyanamide de calcium, **19**, 982. — Traitement électro-thermique des minerais de fer, **20**, 443. — Les progrès récents de la Télégraphie et de la Téléphonie sans fil, **20**, 732; **21**, 652. — Les tendances nouvelles de l'enseignement technique et professionnel en Amérique, **21**, 59. — Les autocommutateurs téléphoniques, **22**, 113. — Le moteur électrique dans l'industrie métallurgique, **22**, 525. — L'avenir des centrales génératrices d'électricité, **22**, 753.

Les progrès de l'industrie de la tourbe, **21**, 178. — Le haut-fourneau électrique, **21**, 270 — La gazéification de la tourbe, **21**, 367. — Les procédés modernes pour l'extraction de l'or, **21**, 499. — Le relais téléphonique, **21**, 919. — Principes de la construction des locomotives électriques, **22**, 306. — Les installations hydro-électriques et les transmissions à haute tension en Amérique, **22**, 514. — Les interférences en radiotélégraphie, **22**, 858. — Le Congrès électrotechnique international de Turin, **22**, 939. — Les fours électriques à tremper, **24**, 527. — La plus grande installation hydro-électrique du monde, **24**, 566. — Le condensateur chantant employé comme récepteur téléphonique, **24**, 680. — Installations électriques du chemin de fer à courant continu à haute tension Butte-Anaconda, **25**, 503. — Un nouv. oscillographe, **25**, 663. — Epuration des gaz par la chaleur, **25**, 768.

MARCHIS (L.) : Le premier Congrès international du froid, **20**, 206.

MARCONI (G.) : Détecteur magnétique pour ondes électriques, **13**, 896. — Effet de la lumière du jour sur la propagation des impulsions électromagnétiques à grande distance, **13**, 1106. — L'émission d'ondes électriques dirigées, **17**, 578.

MAREY (E.-J.) : La Chronophotographie, **2**, 688. — L'inscription des phénomènes phonétiques, **9**, 445, 482.

Le mouvement des liquides, **13**, 167.

MARGERIE (Emm. de) : Les deux nouvelles cartes géologiques de la France, **1**, 43. — La géologie de l'Andalousie et le tremblement de terre du 25 décembre 1884, **1**, 696.

MARGUET (F.) : Le point à la mer et son histoire, **21**, 542. — La « Connaissance des Temps » et son histoire, **23**, 133. — Les courbes de hauteur et leur emploi en navigation et en géodésie, **25**, 705.

MARIE (Ch.) : Le Ve Congrès de Chimie appliquée (1903), **14**, 700. — L'électrochimie et les composés oxygénés et hydrogénés de l'azote, **16**, 590. — L'Electrochimie appliquée aux recherches et aux préparations de la Chimie organique, **17**, 746. — Revue annuelle de Chimie physique, **22**, 411; **24**, 233.

Sur un nouveau facteur intervenant dans la solubilité des corps solides, **12**, 686. — Le développement et l'état actuel de l'industrie chimique en Suisse, **12**, 990. — H. Landolt, **21**, 319. — R. Abegg, **21**, 319.

MARINESCO (Georges) : L'histopathologie de la cellule nerveuse, **8**, 406. — Contribution à l'étude de l'origine du facial supérieur, **9**, 755. — Les applications générales du cinématographe aux sciences biologiques et à l'art, **11**, 117. — Etudes histologiques sur le mécanisme de la sénilité, **15**, 1116. — Le mécanisme de la régénérescence nerveuse, **18**, 145, 190. — Recherches sur la cyto-architectonie de l'écorce cérébrale, **21**, 816, 852.

MARINESCO (G.) et SÉRIEUX (P.) : Essai sur la pathogénie et le traitement de l'épilepsie, **9**, 506.

MARQUIS (R.) : Rech. dans la série du furfurane, **15**, 876.

MARSILLON (Ch.) : Les crèches de Paris et de la banlieue, **5**, 43.

MARTIENSSEN (O.) : Sur la possibilité de remplacer la boussole magnétique par une boussole de rotation, **17**, 806.

MARTIN (Dr A.-J.) : L'Hygiène sociale, son but, ses principes, ses méthodes, **3**, 45.

MARTIN (C.-J.) et CHERRY (Th.) : Sur la nature de l'antagonisme entre les toxines et antitoxines, **10**, 371.

MARTINET (Dr A.) : Pharmacologie de l'acide phosphorique, **16**, 568, 611. — L'évolution de la Pharmacodynamie, **19**, 537.

MASCART (E.) : Sur l'achromatisme des interférences, **4**, 57.

MASCART (J.) : Les éclipses et la constitution physique du Soleil, **12**, 213, 270. — Une mission scientifique internationale à Ténérife, **21**, 633. — L'actinométrie et la météorologie à Ténérife, **21**, 902. — Les applications récentes de la télégraphie sans fil aux bateaux de pêche, **22**, 671.

Contribution à l'étude des planètes télescopiques, 9, 546. — Les détails de la surface de Jupiter, 18, 989. — Gustave Leveau. 22, 50. — Antonin-Nicolas-Hélène Poincaré, 22, 665.

MASCART (L.) : Le câble sous-marin Touraine-Amoy, 13, 27.

MASSART (J.) : La pression osmotique et la physiologie de la cellule, 2, 69. — L'irritabilité des spermatozoaires et les causes de leur pénétration dans l'œuf, 2, 504. — Le rôle de l'expérience en Géographie botanique, 23, 7.

Esquisse de la Géographie botanique de la Belgique, 22, 382.

MASSOL (G.) : Etude thermique des acides organiques, 4, 394.

MASSONNAT (Em.) : Contribution à l'étude des Pupipares, 21, 447.

MATHESIUS (W.) : La formation des scories dans les opérations métallurgiques, 15, 889.

MATHIAS (E.) : La liquéfaction de l'hydrogène, 6, 617. — Le Laboratoire cryogène de Leyde, 7, 481. — La préparation industrielle et les principales applications des gaz liquéfiés, 12, 902, 965. — La préparation industrielle et les applications de l'acide carbonique liquide, 13, 180, 230. — La liquéfaction industrielle de l'air et l'extraction de l'oxygène de l'atmosphère, 18, 697. — Recherches sur le magnétisme terrestre, 20, 482. — L'œuvre de Louis Cailletet, 24, 174.

Chaleur latente de vaporisation des gaz liquéfiés, 1, 245. — La transmission instantanée des images par l'électricité, 1, 798. — La densité critique et le théorème des états correspondants, 3, 771. — La récente Conférence météorologique internationale de Paris, 7, 797. — Ch. Tellier, 24, 826.

MATHIAS (E.), ONNES (H.-K.) et CROMMELIN (A.-C.) : Sur la courbe des densités de l'argon, 24, 124.

MATIGNON (C.) : I. Les nouveaux Services et Instituts de la Faculté des Sciences de Lille. II. Description des nouveaux laboratoires de la Faculté, 6, 479. — L'aluminothermie, 14, 1075. — Marcelin Berthelot, 18, 348. — La préparation industrielle synthétique du cyanure de sodium, 24, 882. — L'industrie de l'iode, son histoire, son état actuel, 25, 511.

Recherches sur les uréides, 3, 487. — Louis Troost (1825-1911), 22, 822. — La production mondiale de l'aluminium, 24, 752. — L'emploi du blanc de zinc en peinture proposé par Courtois, 24, 871. — Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912, 25, 4.

MATTHEY (Ed.) : Sur la métallurgie du bismuth, 4, 90.

MAUBRAC (P.) et MAURANGE (G.) : Une nouvelle méthode thérapeutique : l'opothérapie, 7, 1233.

Application thérapeutique des rayons Rœntgen, 8, 88.

MAUDUIT (A.) : Rech. sur la commutation dans les dynamos à courant continu, 24, 476.

MAUGUIN (Ch.) : Cristaux liquides à structure homogène, 23, 165.

MAUMUS (J.) : Les cæcums des Oiseaux, 13, 1103.

MAUPAS : Hermaphroditisme et parthénogénèse chez les Nématodes, 12, 204.

MAURAIN (Ch.) : Magnétisme, couches de passage et actions à petite distance, 12, 1059. — Les poids moléculaires dans les différents états physiques de la matière, 21, 6. — Les études d'Aérotechnique à l'Institut de Saint-Cyr, 24, 218. — Revue d'Aérotechnique expérimentale, 25 679.

Procédés de réduction de l'hystérèse magnétique, 15, 713.

MAURAN (Dr) : L'hygiène du Marocain, 25, 306.

MAURANGE (G.) : Ollier (Leopold-Louis-Xavier-Edouard), 11, 1254. — Voir MAUBRAC (P.)

MAYER (A.) : Voir HENRI (V.).

MAYER (Paul) : Les croisements et l'hérédité des caractères, 19, 31.

MAZÉ (P.) : L'humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale, 16, 152, 205. — La respiration des plantes vertes. Théorie biochimique et théorie de la zymase, 17, 783.

MÉCANICIEN (Un) : Le Laboratoire de Mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers, 2, 464.

MECKLENBURG (W.) : La théorie des solutions électrolytiques, 25, 96.

MÉGNIN (P.) : La faune des cadavres, 5, 834.

MEIGE (Dr Henry) : La doctrine des localisations cérébrales et l'épilepsie jacksonienne, 13, 205. — Les tics, 15, 448.

MELANDER (G.) : L'électrisation par rayonnement et l'émission d'ondes rapides par les corps à la température ordinaire, 12, 1028.

De la dilatation des gaz aux faibles pressions, 1, 740.

MELLE (M. A. van) : Sur quelques actions réflexes respiratoires, 11, 994.

MELLET (R.) : Le jaugeage des débits par voie chimique, 24, 809 ; 25, 96.

MENDÉLÉEFF (D.) : Sur une conception chimique de l'éther, 15, 719.

MÉNÉGAUX (A.) : L'état actuel de la fabrication de la soie artificielle en France, 9, 569.

Recherches sur la circulation des Lamellibranches marins, 2, 272.

MÉRAY (Ch.) : Sur une nouvelle langue artificielle, 11, 417.

MESLANS (M.) : Rech. sur quelques fluorures organiques gras, 4, 192.

MESLIN (G.) : I. La technique de la photographie de l'invisible. II. Réduction du temps de pose par l'emploi de champs magnétiques non uniformes, 7, 407. — Conservation et utilisation de l'énergie, 15, 584, 652. — La classification de certains phénomènes affectés d'un signe. A propos des phénomènes de dichroïsme magnétique, 18, 452.

La polarisation elliptique des rayons réfléchis et transmis par les lames métalliques minces, 1, 311.

MESNAGER : Application de la double réfraction du verre à l'étude de la résistance des matériaux de construction, 25, 89.

MESNIL (F.) : Coccidies et paludisme, 10, 213, 275.

Mode de résistance des Vertébrés inférieurs aux invasions microbiennes artificielles, 6, 640. — Fritz Schaudinn, 17, 677. — Robert Koch, 21, 537. — Voir CAULLERY (M.).

METCHNIKOFF (E.) : Recherches nouvelles sur la phagocytose, 1, 425. — Les idées nouvelles sur la structure, le développement et la reproduction des bactéries, 2, 211. — Carcinomes et coccidies, 3, 629. — L'état actuel de la question de l'immunité dans les maladies infectieuses, 11, 1210. — Les poisons cellulaires (cytotoxines), 12, 7. — L'hygiène des intestins, 17, 899.

MÉTIN (A.) : La Colombie britannique, 20, 790.

MEUNIER (Stanislas) : Etude géologique sur le terrain à galets striés des Préalpes vaudoises, 13, 300.

MEURICE (J.) : L'adrénaline, son action physiologique et ses applications thérapeutiques, 16, 1045. — Les propriétés pharmacodynamiques et thérapeutiques de la stovaïne, 17, 514.

MEYER (A.) : La théorie des élections et la représentation proportionnelle, 16, 111, 158.

A propos de la représentation proportionnelle, 16, 450, 669.

MEYER (H.) et RANSOM (F.) : Rech. sur le tétanos, 14, 1014.

MICHEL (A.) : Rech. sur la régénération chez les Annélides, 10, 250, 379.

MICHEL-LÉVY (A.) : L'éruption de la montagne Pelée et les volcans des petites Antilles, 13, 554. — La chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France, 16, 359. — Les reproductions artificielles de roches et de minéraux, 19, 345.

MICHEL-LÉVY fils (A.) : Revue de Pétrographie, 24, 500.

MICHELSON (A.) : Les méthodes interférentielles en Métrologie et l'établissement d'une longueur d'onde comme unité absolue de longueur, 4, 369.

Nouv. spectroscope à échelons, 10, 418.

MILHAUD (G.) : La Géométrie au temps de Platon, 10, 847. — Matière et mouvement. Bases d'une Mécanique

objective opposée à la Mécanique classique, **16**, 797. — Descartes et la Géométrie analytique, **17**, 73. — Descartes et la loi des sinus, **18**, 223. — La Géométrie d'Apastamba, **21**, 512. — Etude sur Diophante, **22**, 749.

MILLET (J.) : L'audition colorée, **3**, 831.

MILLOCHAU (G.) : Lois régissant la forme des décharges électriques dans les tubes de Geissler, **24**, 823.

MILLOCHAU (G.) et FÉRY (Ch.) : La température du Soleil et la détermination de la constante solaire, **19**, 1009 ; **20**, 193.

MILNE (J.) : Les récents progrès de la Séismologie, **17**, 696.

MILNE-EDWARDS (A.) : Observations sur les Mammifères du Tibet, **3**, 670. — Les animaux de Madagascar, **6**, 693.

MINCHIN (G.) : Sur la photo-électricité, **2**, 61. — Mesure électrique de la lumière des étoiles, **6**, 647.

MINET (A.) : L'électrométallurgie de l'aluminium, **2**, 812.

MINGUIN (J.) : Etude de quelques dérivés du C. cyané et de l'éther camphocarbonique, **4**, 576.

MINKIEWICZ (Romuald) : L'instinct de déguisement et le choix des couleurs chez les crustacés, **20**, 106.

MIRANDE (M.) : L'action du goudron sur les plantes vertes, **22**, 203.

MÖBIUS : La bosse des Mathématiques, **11**, 913.

MOCH (Gaston) : Artillerie et budget, **8**, 90.

MOISSAN (H.) : Nouvelles recherches sur le fluor, **1**, 336. — Les nouveaux services et instituts de la Faculté des Sciences de Lille. I. L'Institut de Chimie, **6**, 477. — Sur la préparation industrielle du carbure de calcium, **6**. 514. — L'œuvre de M. L. Troost, **11**, 1299. — Les carbures métalliques, **12**, 946.

La reproduction du diamant, **4**, 363.

MOISSAN (H.) et DEWAR (J.) : La liquéfaction du fluor, **8**, 460.

MOLINIÉ (Marcel) : La désinfection des locaux, **8**, 364. — L'adduction des eaux du Loing et du Lunain à Paris, **8**, 806. — La filtration intermittente dans l'épuration des eaux d'égouts, **9**. 599.

MOLISCH (H.) : L'échauffement spontané des feuilles végétales vivantes, **20**, 764. — Influence de la fumée de tabac sur les plantes, **22**, 144, 823.

MOLL (D. P.) : Le principe de Huyghens, **11**, 993.

MOND (L.) : Les carbonyles métalliques, **3**, 533.

La volatilisation des métaux lourds par l'action du monoxyde de carbone et son application industrielle, **20**, 763.

MONNA (Charles) : Un district peu connu de l'Algérie : la région des Ouled-Daoud, **9**, 3.

MONOD (Th.) : De l'élevage au Maroc, **25**, 341.

MONPILLARD (F.) : L'application à la microphotographie de la reproduction indirecte des couleurs, **9**, 730.

MONTEFIORE LEVI (G.) : La balance de Rueprecht, **4**, 587.

MONTESSUS (F. de) : Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles, **13**, 669.

MONTESSUS DE BALLORE (R. de) : La balistique du fusil de chasse, **25**, 585.

Sur les fractions continues algébriques, **16**, 869.

MOORE (B.) et PARKER (W. H.) : Les fonctions de la bile comme solvant, **12**. 859.

MOORE (B.) et ROAF (H. E.) : Contribution à la chimie de l'anesthésie, **15**, 669 ; **17**, 103.

MORAT (J. P.) : Le système nerveux et la chimie animale, **11**, 237. — Cellule nerveuse et système nerveux, **11**, 720. — La loi de Magendie ; le temps physiologique, **20**, 669.

MOREAU (G.) : Etude de la polarisation rotatoire naturelle et magnétique, **5**, 87.

MOREL (Dr A.) : Voir HUGOUNENQ (Dr L.).

MOREUX (Th.) : Revue annuelle d'Astronomie, **17**, 277. — La planète Mars d'après les travaux récents, **17**, 962. — La climatologie de la planète Mars, **20**, 68.

Pourquoi la Lune nous paraît-elle plus grosse à l'horizon qu'au zénith, **17**, 1001. — Miss Agnes Mary Clerke, **18**. 129. — La théorie du « double courant » des mouvements stellaires, **19**, 173. — La formation de notre satellite, **19**. 341. — La surface de Vénus et sa période rotative, **19**. 420. — La variation des latitudes, **20**, 2. — G. V. Schiaparelli, **21**, 628. — Madame Fleming, **22**, 593. — Comment verrons-nous l'éclipse du 17 avril 1912, **23**. 170.

MORGAN (G.-Th.) : L'état actuel de nos connaissances sur les composés diazoïques aromatiques, **14**, 748.

MORIN (P.) : Le problème de l'érosion glaciaire, **22**, 762.

Les puissances mécaniques comparées d'un glacier et d'un torrent, **19**, 728.

MORSE (L. B.) : La réflexion sélective dans ses rapports avec la constitution chimique, **19**, 130.

MOSSO (A.) : L'acapnie et le mal des montagnes, **10**, 178.

La température du cerveau en relation avec l'activité psychique, **3**, 264. — La respiration dans les tunnels et l'action de l'oxyde de carbone, **13**, 265. — Travaux du Laboratoire scientifique international du Mont-Rose, **17**, 48 ; **19**, 412.

MOTT (F. W.) et HALLIBURTON (W. D.) : Action physiologique de la choline et de la neurine, **10**, 647. — La chimie de la dégénérescence nerveuse, **12**, 775.

MOTT (F. W.) et SHERRINGTON (C. S.) : Influence des nerfs sensitifs sur le mouvement et la nutrition des membres, **6**, 763.

MOULIN (M.) : Rayons secondaires cathodiques des rayons α, **18**, 646. — L'ionisation des gaz par les rayons X et la recombinaison initiale, **19**, 464.

MOUNEYRAT (A.) : Le groupe de la purine, **11**, 1122.

MOUREAUX (Th.) : Les phénomènes du magnétisme terrestre, **3**, 267.

MOURET (G.) : Sadi Carnot et la science de l'énergie, **3**, 465. — L'entropie, sa mesure et ses variations. Ire partie : Méthode, lois fondamentales, **6**, 909. — IIe partie : Mesure de la réversibilité des transformations isothermes, **6**, 1001. — Le facteur thermique de l'évolution, **6**, 1069.

Bassin houiller et permien de Brive, **3**, 522. — Voir LE CHATELIER (H.).

MOUREU (Ch.) : Les récents travaux sur les composés acétyléniques, **15**, 722.

Etude de l'acide acrylique et de ses dérivés, **5**, 21. — Rech. sur les gaz rares des sources thermales, **24**, 374.

MOUSSU (G.) : Rech. sur l'origine de la lymphe de la circulation lymphatique périphérique, **13**, 210.

MOYNIER DE VILLEPOIX (R.) : La formation et l'accroissement de la coquille des Mollusques, **4**, 431.

MRAZEK (L.) : La région d'inondation du Danube en Roumanie, **21**, 605.

MULLER (P.-T.) : L'Institut chimique de Nancy, **6**, 32. — Les pseudo-acides, **16**, 417.

MULON (P.) : Les Lipoïdes envisagés du point de vue histologique, **25**, 61.

MUNSTERBERG (O.) : L'état actuel de l'industrie du carbure de calcium et de l'acétylène, **13**, 528.

N

NABIAS (B. de) : Rech. sur les centres nerveux des Gastéropodes, **6**, 826.

NAGAOKA (H.) et HONDA (K.) : La magnétostriction des aciers au nickel, **13**, 400.

NAGEOTTE (J.) : La paralysie générale et l'ataxie locomotrice, **5**, 401.

NANSEN (F.) : L'Expédition norvégienne au Pôle nord, **11**, 857.

NAPIAS (H.) : Etat actuel de la verrerie et de la cristallerie en France, **7**, 171.

NAU (F.) : Formation et extinction du clapotis, **9**, 504.

NERNST (W.) : Les méthodes et les théories électriques en Chimie, **13**, 200. — Les progrès les plus importants des disciplines chimiques dans les quarante dernières années, **19**, 180.

NEWALL (F.) : Note sur le spectre de l'argon, **6**. 249.

NEWCOMB (S.) : La théorie du mouvement de la Lune ; histoire et état actuel, **19**, 686.

NICHOLS (E. F.) : Le rayonnement calorifique des étoiles, **12**, 249.

NICLOUX (M.) : La saponification des corps gras, **16**, 1029.

NICOLAS (A.) : Sur l'enseignement de l'Embryologie à l'Université de Nancy, **12**, 4.

NITTIS (Jacques de) : Le renouveau de la Pathologie cellulaire, **8**, 150.

NODON (A.) : La théorie de l'énergie et ses applications, **4**, 699.

NOELTING (E.) : Théorie générale des matières colorantes et de leur fixation par les fibres textiles, **2**, 245, 299. — Les théories nouvelles de la teinture, **4**, 65. — La formation de dérivés indazoliques au moyen d'amines aromatiques orthométhylées, **17**, 414.

NOIREL (H.) : Le Service géographique de l'Armée au Maroc, **25**, 371.

NOLF (Dr P.) : La pression osmotique en physiologie, **12**, 459, 535. — La coagulation du sang, **20**, 594.

NORDENSKJOLD (Otto) : La Vie sociale des Esquimaux, **25**, 742.

NORDMANN (Ch.) : Recherches sur le rôle des ondes hertziennes en Astronomie physique, **13**, 379. — La période des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la Terre, **14**, 803. — Jules Janssen, **19**, 223. — Les idées nouvelles sur les vitesses relatives des diverses vibrations lumineuses dans l'éther intersidéral, **20**, 350.

Hervé Faye, **13**, 897. — L'enregistrement continu de l'ionisation atmosphérique, **16**, 290. — Fondation d'un Observatoire astrophysique en Espagne, **15**, 474. — La structure de la couronne solaire, **16**, 103. — Le champ électrique de l'atmosphère, **17**, 442. — Les températures effectives des étoiles, **21**, 172.

NUTTALL (G.) : Le nouvel essai biologique du sang et son importance au point de vue de la classification zoologique, **12**, 1090.

NUTTING (P.-G.) : Nos conceptions actuelles sur l'éther, **23**, 573.

O

D'OCAGNE (Maurice) : Le Répertoire bibliographique des Sciences mathématiques, **2**, 170. — La Nomographie, **2**, 604. — Sur quelques applications pratiques de la méthode des points cotés, **9**, 116. — Les progrès récents de la méthode nomographique des points alignés, **18**, 392. — Le rôle des Mathématiques dans les sciences de l'ingénieur, **25**, 469.

Les Sciences mathématiques au Congrès de Pau (1892), **4**, 30. — Ossian Bonnet, **4**, 267. — Le Colonel Laussedat, **18**, 341.

OFFRET (A.) : Le Xe Congrès géologique international au Mexique, **18**, 502. — Le XIe Congrès géologique international en Suède, **22**, 359.

Variation sous l'influence de la chaleur des indices de réfraction de quelques espèces minérales, **2**, 552. — Voir DEPÉRET (C.).

OGIER (J.) : La stérilisation des eaux par le peroxyde de chlore, **10**, 938.

OGILVIE (Mlle M.) : Etude microscopique et systématique des types madréporaires des Coraux, **8**, 317.

OLIVER (G.) : La mesure du liquide tissulaire chez l'homme, **11**, 1068.

OLIVIER (L.) : La synthèse de la matière organique sans chlorophylle ni lumière, **1**, 299. — Lavoisier, d'après M. Berthelot, **1**, 572. — Le traitement des tuberculoses externes par la méthode sclérogène du Professeur Lannelongue, **2**, 433. — Le Congrès d'Hygiène de Londres, **2**, 600. — Le Congrès de la British Association à Edimbourg (1892), **3**, 693. — Le 2e Congrès international de Physiologie (Liége, 1892), **3**, 734. — Les expériences de M. d'Arsonval sur les propriétés physiologiques des courants alternatifs, **5**, 313. — L'argon et le système des éléments, **6**, 199. — Etat actuel de la sucrerie en France. Remarques sur l'industrie du sucre, **6**, 235. — La politique française à Madagascar, **6**, 753. — Remarques sur le rôle de la science dans l'industrie de la fonte, **7**, 539. — L'étude scientifique de la Tunisie, **7**, 936. — Le Microphonographe et ses applications à l'éducation des sourds-muets, à la Téléphonie et à la Cinématographie, **8**, 1005. — La *Revue générale des Sciences* en Bosnie-Herzégovine, **11**, 269. — La Science en Bosnie-Herzégovine, **11**, 372. — L'Instruction publique en Bosnie-Herzégovine, **11**, 419. — Notes sur la Tunisie, **11**, 827. — L'Institut Marey, **13**, 193. — Une donation à l'Université de Paris, **13**, 412. — Le Maroc et les puissances européennes, **14**, 592. — La récente croisière de la *Revue générale des Sciences* en Turquie, Roumanie, Crimée et Bulgarie (septembre-octobre 1909), **20**, 985. — Alexandre Etard, sa vie et ses travaux, **21**, 581. — Revue annuelle d'Hygiène, **2**, 172; **3**, 188; **4**, 380; **9**, 237. — Voir RADET (G.).

Eugène Péligot, **1**, 256. — Le chemin de fer du Sénégal au Niger, **7**, 1075. — La Science dans l'industrie des parfums en Allemagne, **8**, 86. — Deux nouveaux câbles sous-marins français, **9**, 666. — La télégraphie sans fil entre la France et l'Angleterre, **10**, 460. — Les desiderata de l'industrie de l'Artillerie en France, **10**, 538. — Armand Colin, **11**, 765. — Une révolution en téléphonie, **11**, 770. — L'enseignement de la Botanique dans les Universités, **12**, 894.

OLLIVIER (H.) : Expériences de capillarité, **18**, 517.

OLSZEWSKI (K.) : La liquéfaction et la solidification de l'argon, **6**, 101.

OLTRAMARE (G.) : Le calcul de généralisation, **2**, 415; **10**, 558.

ONNES (H.-K.) : Exp. sur la condensation de l'hélium par expansion, **19**, 380, 725.

ORLÉANS (Duc d') : Croisière océanographique de la Belgica dans la mer du Grœnland, **21**, 794.

ORNSTEIN (L.-S.) : La théorie statistique mécanique de la capillarité, **20**, 198.

OSMOND (F.) : Contribution à la théorie des aciers au nickel, **14**, 863.

Sir William C. Roberts-Austen, **14**, 166.

OSMOND et CARTAUD : Les enseignements scientifiques du polissage, **16**, 51.

OSMOND (F.) et ROBERTS-AUSTEN (W.-C.) : La structure des métaux, **7**, 842.

OSTWALD (W.) : La déroute de l'atomisme contemporain, **6**, 953. — Lettre sur l'énergétique, **6**, 1069. — Projet de fondation d'un Institut international de Chimie, **23**, 814.

OUDEMANS : Le grand serpent de mer, **14**, 412.

P

PADÉ (H.) : Barré de Saint-Venant et les principes de la Mécanique, **15**, 761.

Représentation approchée d'une fonction par des fractions rationnelles, **3**, 381.

PAINLEVÉ (P.) : Un traité de Géométrie inédit d'Archimède, **18**, 911.

PARAF (A.) : Sur le problème de Dirichlet et son extension au cas de l'équation linéaire de second ordre, **3**, 588.

PARINAUD (H.) : Les fonctions de la rétine, **9**, 267.

PARTIOT (L.) : L'amélioration des estuaires de la Gironde et de la Seine, **4**, 12. — Le port du Havre, **9**, 7.

PASTEUR (L.) : Quelques pensées, **4**, 2.

PATON (D.-N.) : La glycogenèse hépatique, **4**, 748.

PEARSON (K.) : Contributions mathématiques à la théorie de l'évolution, **8**, 482, 638; **9**, 696, 728; **10**, 797, 838. — L'hérédité des caractères mentaux chez l'homme, **13**, 110; **14**, 162.

PÉCHEUX (H.) : — Contribution à l'étude des alliages de l'aluminium, **18**, 109. — Résistivité et thermo-électricité des nickels, **20**, 777; des aluminiums et cupro-aluminiums **21**, 242.

Etude de quelques couples thermo-électriques, **20**, 715.

PÉCHOUTRE (F.) : Hybrides de greffe et chimères, **22**, 445. — Les principes de l'hérédité mendélienne et leurs fondements cytologiques, **23**, 613. — Revue annuelle de Botanique, **11**, 1046; **13**, 250; **15**, 859; **18**, 234; **22**, 160.

PEKELHARING (C.-A.) : Sur la pepsine, **13**, 219.

PEKELHARING (Mlle C.-J.) : Inadmissibilité de la théorie des statolithes pour le géotropisme, **21**, 44.

PELLAT (H.) : Mesure du pouvoir inducteur spécifique des solides et liquides, **6**, 607.

PELLEGRIN (Jacques) : Un poisson caméléon, le *Mesonauta insignis* Heckel, **23**, 5. — Un poisson d'aquarium amphibie, le Périophtalme, **24**, 3. — Poissons intéressants du marché de Paris, **24**, 132.

Pelletan (André) : La formation des ingénieurs en France et à l'étranger, **21**, 274.
Pelourde (F.) : Revue de Paléontologie végétale, **24**, 103.
Pépin (V.-E.) : Auguste Comte et l'histoire scientifique. Remarques sur l'article posthume de Paul Tannery, **16**, 694.
Pérard (A.) : Etude sur les étalons industriels à broches et calibres, **25**, 281.
Pérard (J.) : L'enseignement professionnel des marins pêcheurs, **8**, 854.
Perchot (J.) : Sur les mouvements des nœuds et du périgée de la Lune, **4**, 774.
Perdrix (L.) : Sur les fermentations produites par un microbe anaérobie de l'eau, **2**, 618.
Pérez (Ch.) : Contribution à l'étude des métamorphoses, **13**, 743. — Noël Bernard, **22**, 181.
Périer : Sur une équation différentielle du 3e ordre, **5**, 126.
Périssé (Lieut.-colonel) : Les obus perforants, **8**, 491.
Perman (E.-P.) : La synthèse directe de l'ammoniac, **16**, 625.
Perman (E.-P.) et Atkinson (G.) : La densité de vapeur du brome aux hautes températures, **11**, 161. — La décomposition de l'ammoniac par la chaleur, **15**, 918.
Perman (E.-P.) et Davies (J.-H.) : Constantes physiques de l'ammoniac, **17**, 722.
Perot (A.) : Luminescence dans l'arc au mercure dans le vide, **21**, 1037. — Voir Macé de Lépinay (J.).
Perot (A.) et Fabry (Ch.) : Electromètre absolu interférentiel pour petits potentiels, **8**, 606.
Perrier (A.) : Variations thermiques des hystérèses tournante et alternative, **21**, 663. — L'aimantation rémanente et la température, **24**, 565.
Perrier (E.) : Le mécanisme de la complication organique chez les animaux, **8**, 327. — L'origine des Vertébrés, **9**, 601. — Le Muséum d'Histoire naturelle et les colonies françaises, **14**, 696.
L'instinct, **13**, 549.
Perrier (Georges) : La XIIIe Conférence générale de l'Association géodésique internationale, **11**, 1175, 1224. — Pascal, créateur du Calcul des probabilités et précurseur du Calcul intégral, **12**, 482.
Perrier de la Bathie (H.) : voir Jumelle (H.)
Perrin (J.) : Recherches expérimentales sur les rayons de Röntgen, **7**, 66. — L'électrisation de contact, une théorie des solutions colloïdales, **14**, 1127. — Les limites de l'état cristallin, **11**, 1218. — La lumière et les quanta, **23**, 806.
Rayons cathodiques et rayons de Röntgen, **8**, 962. — Le transport des ions et l'existence des hydrates, **18**, 426. — Les preuves de la réalité moléculaire, **23**, 126.
Perrot (E.) : Les productions du sol de nos colonies à l'Exposition coloniale de Marseille, **17**, 1007.
Anatomie comparée des Gentianacées, **11**, 756.
Perrotin (H.) : Nouv. détermination de la vitesse de la lumière à l'Observatoire de Nice, **12**, 2.
Perrotin (H.) : Mesure des perturbations du champ magnétique terrestre au voisinage des dynamos, **25**, 174. — Relation entre les poussières volcaniques et les changements de climat, **25**, 729. — Voir Manley-Bendall.
Pervinquière (L.) : Les récents mouvements du sol dans la région des grands lacs (Etats-Unis), **10**, 701.
Pesce (G.-L.) : L'expédition polaire du Dr Fridtjof Nansen, **8**, 259
Les torpilleurs sous-marins et le « Goubet », **7**, 318. — Le travailleur sous-marin, **8**, 322.
Petavel (J.-E.) : Sur la chaleur émise par une lame de platine aux hautes températures, **9**, 663.
Petit (L.-H.) : La lutte actuelle contre la tuberculose, **8**, 190.
Petit (P.) : Les récents travaux sur l'amidon et les diastases, **1**, 733. — L'état actuel et les besoins de l'industrie de la brasserie en France, **10**, 8.
L'azote assimilable des moûts et des bières, **20**, 799.
Petrovitch (M.) : Les analogies mathématiques et la philosophie naturelle, **12**, 626.
Sur les zéros et les infinis des intégrales des équations différentielles algébriques, **7**, 105.
Pettit (A.) : Les matériaux de l'histologie comparée, **12**, 791.
Rech. sur les capsules surrénales, **7**, 883. — Les nouvelles galeries du Muséum d'Histoire naturelle, **9**, 558.
Peyrusson (E.) : L'état actuel et les besoins de l'industrie de la porcelaine en France, **8**, 950, 981.
Peytoureau (S.-A.) : Morphologie de l'armature génitale des Insectes, **6**, 862.
Philibert (L.) : L'action des poussières des routes goudronnées sur l'appareil oculaire, **22**, 207.
Phisalix (C.) : Etat actuel de nos connaissances sur les venins, **7**, 185. — Essai sur le mécanisme des phénomènes en sérothérapie, **10**, 806. — Les venins considérés dans leurs rapports avec la Biologie générale et la Pathologie comparée, **14**, 1250.
Phisalix (Mme) : Rech. sur les glandes à venin de la salamandre terrestre, **11**, 1109.
Picard (Emile) : Revue annuelle d'Analyse, **1**, 702. — A propos de quelques récents travaux mathématiques, **3**, 725. — Sur la théorie des surfaces algébriques, **5**, 945. — L'œuvre mathématique de E. Galois, à l'occasion de la réédition de ses mémoires, **8**, 339. — Revue de quelques travaux mathématiques récents, **8**, 957. — L'idée de fonction depuis un siècle, **11**, 61. — Quelques vues générales sur la théorie des équations différentielles, **11**, 229. — Sur la théorie des fonctions analytiques et sur quelques fonctions spéciales, **11**, 589. — Les principes de la Mécanique. A propos d'un livre de M. Mach, **15**, 1063. — La Mathématique dans ses rapports avec la Physique, **19**, 602. — Rapport sur le prix Osiris à décerner en 1909, **20**, 570. — Le problème des trois corps (à propos des recherches récentes de M. Sundman), **24**, 722.
Karl Weierstrass, **8**, 173. — James Joseph Sylvester, **8**, 689.
Pickardt (E. von) : Influence des corps dissous sur la vitesse de cristallisation des liquides surfondus, **14**, 233.
Pickering (J. W.) : Sur la physiologie du cœur de l'embryon, **4**, 91.
Pictet (Arnold) : Recherches sur les mécanismes de la variation des papillons, **24**, 119.
Piéri (J. B.) : L'ovulase et le développement des œufs vierges, **15**, 630.
Piéron (H.) : La genèse des instincts esclavagistes et parasitaires chez les fourmis, **21**, 726, 769, 803.
Le problème physiologique du sommeil, **25**, 83. — Le mécanisme des migrations nycthémérales des Cladocères planktoniques, **21**, 229. — Le renversement expérimental du phototropisme, **23**, 380. — Quelques observations nouvelles sur l'autotomie, **23**, 917.
Pigeon (L.) : Rech. sur quelques combinaisons haloïdes du platine, **5**, 214.
Pineau (M.) : Le compas gyroscopique de la Marine allemande, **23**, 624.
Pisovschi (E.) : Le chimisme de l'action du cuivre dans les traitements anticryptogamiques, **24**, 787.
Pitres (A.) et Régis (E.) : Les obsessions et les impulsions, **14**, 336.
Pittard (Eug.) : Carl Vogt, **6**, 474.
Planchon (L.) : Influence de divers milieux chimiques sur quelques champignons du groupe des Dématiées, **11**, 1021.
Planck (M.) : Nouv. hypothèse de rayonnement, **22**, 220.
Plateau (F.) : Sur le choix des couleurs par les insectes, **11**, 417.
Playoust (Charles) : Une page de l'histoire des Mathématiques en France au XVIe siècle, **18**, 550.
Plimmer (H.-G.) : Sur certains organismes isolés du cancer et leurs effets pathologiques sur les animaux, **10**, 719.
Plimmer (H.-G.) et Bradford (J. R.) : Morphologie et distribution de l'organisme trouvé dans la maladie causée par la mouche tsé-tsé, **10**, 683.
Pocklington : Mise en évidence de la polarisation rotatoire dans les cristaux biaxes, **14**, 1018.
Poehl (Dr A.) : La spermine, son rôle physiologique et thérapeutique, **4**, 504.
Poincaré (Henri) : Le problème des trois corps, **2**, 1. — Les Géométries non euclidiennes, **2**, 769. — Les formes d'équilibre d'une masse fluide en rotation, **3**, 809. — Sur la théorie cinétique des gaz, **5**, 513. — Les rayons cathodiques et les rayons Röntgen, **7**, 52. —

La vie et les travaux de F. Tisserand, 7, 1230. — Les idées de Hertz sur la Mécanique, 8, 734. — Les rapports de l'Analyse et de la Physique mathématique, 8, 857. — Réflexions sur le Calcul des probabilités, 10, 262. — La révision de l'arc de méridien de Quito, 11, 925. — Les relations entre la Physique expérimentale et la Physique mathématique, 11, 1163. — A propos des expériences de M. Crémieu, 12, 994. — La dynamique de l'électron, 19, 386. — L'invention mathématique, 19, 521. — L'avenir des Mathématiques, 19, 930. — Sully Prudhomme mathématicien, 20, 657.

Leçons sur les hypothèses cosmogoniques, 23, 360.

Poincaré (Lucien) : La viscosité et la rigidité des liquides, 1, 76. — Rech. sur les électrolytes fondus, 1, 412. — Les rayons cathodiques et l'hypothèse de la matière radiante, 5, 701. — Le problème de la transmission de l'énergie à distance par les milieux naturels, 9, 53. — Le prochain congrès international de Physique, 1900, 11, 669. — Revue annuelle de Physique, 8, 413; 9, 418; 10, 387; 14, 28, 88.

John Tyndall, 4, 827. — Henri Hertz, 5, 64. — H. von Helmholtz, 5, 771. — Louis Fizeau, 7, 846. — Le professeur Tait, 12, 776.

Poirault (G.) : Rech. anatomiques sur les Cryptogames vasculaires, 6, 520.

Poisson (J.) : Exposition des collections mexicaines de M. L. Diguet, au Muséum, 10, 175.

Ponsot (A.) : La question des cryohydrates, 6, 45. — Divers cas d'équilibres osmotiques, 6, 570. — Rech. sur la congélation des solutions aqueuses étendues, 8, 311.

Pope (W. J.) et Peachey (S. J.) : Rech. sur les composés asymétriques, optiquement actifs, de Az, S et Sn, 11, 415, 767, 1.207.

Popoff (A.) : La radio-téléphonie, système de téléphonie sans fil, 11, 1017.

Porché (G.). Le port de Tanger. Notes économiques, 25, 318; Notes techniques, 25, 328.

Portier (P.) et Richet (Ch.) : Sur l'hypnotoxine des Cœlentérés et sur son action anaphylactique, 13, 281.

Portuondo y Barcelo (Antonio) : Les lois infinitésimales dans l'Analyse mathématique, 23, 741.

Poulenc (C.) : Etude des fluorures anhydres et crist., 4, 741.

Poulsen (V.) Nouv. méthode de t. s. f., 17, 919.

Pourcel (A.) : L'état actuel de l'industrie de la fonte en France. 1re partie : Constitution et propriétés de la fonte, 7, 465. — 2e partie : Fabrication, 7, 510.

Poynting (J. H.) : La radiation dans le système solaire; son effet sur la température et sa pression sur les corps de petite dimension, 14, 1289.

Prenant (A.) : La métamérie céphalique, 1, 593. — Les idées nouvelles sur l'origine et la formation des spermatozoïdes, 2, 625. — Le corpuscule central et la division cellulaire, 6, 123. — La valeur morphologique du corps jaune. Son action physiologique et thérapeutique possible, 9, 646. — Les théories du système nerveux, 11, 13, 69. — Les cellules géantes, 21, 370. — Les cellules musculaires, 23, 887, 923.

La Réunion biologique de Nancy, 9, 95. — L'enseignement rationnel de l'Histologie, 11, 638. — La statistique biologique et la Revue « Biometrika », 13, 598.

Prestwich (J.) : Preuves d'une submersion de l'Europe du sud-est et des côtes de la Méditerranée à la fin de la période glaciaire, ou post-glaciaire, 4, 237.

Priem (F.) : Le néo-lamarckisme en Amérique, 2, 445.

Pringsheim (E.) : Rayonnement thermique et luminescence, 24, 606.

Privat-Deschanel (Paul) : L'acclimatation du Tagasaste en Algérie et en Tunisie, 8, 89.

Procter (H.-R.) : Les problèmes de l'industrie du cuir, 21, 465.

Prunet (A.) : Rech. sur les nœuds et entre-nœuds de la tige des Dicotylédones, 2, 794.

Puiseux (P.) : Revue annuelle d'Astronomie, 21, 342; 22, 494; 23, 474; 24, 700; 25, 746.

Q

Quarenghi (T. de) : L'unification des calendriers grégorien et julien, 12, 175.

Queva (C.) : Rech. sur l'anatomie de l'appareil végétatif des Taccacées et des Dioscorées, 6, 861.

R

Rabaté (Edmond) : L'état actuel de l'industrie des produits résineux, 11, 139. — Le calcul des rations et des substitutions alimentaires, 15, 185.

Rabaud (Et.) : Essai de tératologie; embryologie des poulets omphalocéphales, 9, 431.

Rabot (Ch.) : Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales, 8, 883.

Racovitza (E. G.) : Le lobe céphalique et l'encéphale des Annélides Polychètes, 7, 1265.

Radais (M.) : Anatomie comparée du fruit des Conifères, 6, 789.

Radet (Georges) : Le cinquantenaire de l'Ecole française d'Athènes. Autrefois et aujourd'hui, 9, 207.

Radet (Georges) et Olivier (L.) : Les résultats du voyage d'étude de la *Revue* en Grèce, au mont Athos et à Constantinople, 9, 881, 928.

Rageot (Gaston) : L'état actuel des théories sur la nature des émotions, 14, 901.

Railliet (A.) : L'anémie pernicieuse d'origine parasitaire, 1, 294.

Ramage (H.) : Etude comparative du spectre, des densités et des points de fusion de quelques groupes d'éléments et de leur rapport à la masse atomique, 13, 947.

Ramakers (L.) : Nouveaux fréquence-mètres pour courants ondulatoires, 15, 758.

Ramon y Cajal (S.) : Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux, 5, 141.

Ramsay (W.) : La détermination des poids moléculaires des liquides et la tension superficielle, 5, 185. — Les gaz de l'atmosphère, 13, 804. — L'émanation du radium, ses propriétés et ses changements, 15, 581. — Le radium peut-il donner la vie? 16, 801.

Détermination des quantités de néon et d'hélium dans l'air, 16, 585. — Voir Rayleigh (J. W.), et Collie (J. N.).

Ramsay (W.) et Soddy (F.) : La production de l'hélium aux dépens du radium, 14, 970; 15, 621.

Ramsay (W.) et Travers (M.) : L'argon et ses compagnons, 11, 1259.

Réfractivité de l'air, O, Az, Ar, H et He, 9, 41. — Le krypton, nouvel élément constituant de l'air atmosphérique, 9, 443. — L'homogénéité de l'hélium, 9, 474. — Les nouv. gaz de l'atmosphère : le néon et le métargon, 9, 515. — Préparation et propriétés de l'argon pur, 10, 607.

Ransome (A) : Sur certains milieux pour la culture du bacille de la tuberculose, 9, 440.

Ransome (A.) et Delépine (S.) : Influence de certains agents naturels sur la virulence du bacille de la tuberculose, 5, 729.

Raoult (M.) : Les nouveaux enseignements de la Cryoscopie et de la Tonométrie, 11, 958.

Rateau (A.) : La théorie des trompes, 11, 1129.

Raveau (C.) : Les faits nouvellement acquis sur les rayons de Rœntgen, 7, 249. — La technique de la photographie de l'invisible I. Mode opératoire sans champ magnétique, 7, 391. — La vie et l'œuvre de A. Cornu, 14, 1023.

L'Exposition de la Société française de Physique, 8, 487; 9, 309. — Démonstration élémentaire de la règle des phases, 15, 364. — Rech. récentes sur les transformations radio-actives, 18, 255. — Détermination sans calcul des franges d'interférence des cristaux en lumière convergente, 22, 508.

Ray (J.) : Variations des champignons inférieurs sous l'influence des conditions de milieu, 9, 158.

Rayleigh (Lord) : Les densités des principaux gaz, 4, 267. — Sur la tension des surfaces liquides récemment formées, 1, 155. — Expériences sur les ondes sonores, 8, 445. — Influence de la température sur la viscosité des gaz, 11, 1 155. — Compressibilité de O, H, Az et CO et poids atomiques de ces éléments, 15, 421.

Rayleigh (Lord) et Ramsay (W.) : L'Argon, nouvel élément de l'atmosphère, 6, 90.

Rébillet : Les relations commerciales de la Tunisie avec le Soudan, 7, 1151.

Reboul : Réaction chimique et rayon de courbure, 24, 719.

RECHNIEWSKI (C.) : La théorie des machines dynamo-électriques, 1, 607. — La transmission de la force motrice par courants alternatifs, 4, 279.

REGELSPERGER (Gustave) : Une grande étude géographique : l'Atlas de la Société de Géographie de Finlande, 25, 669.

Haut-Oubangui, Bahr-el-Ghazal et Haut-Nil, 9, 803. — Le Baguirmi et l'incursion de Rabah, 9, 879. — Les jardins alpins, 9, 924. — Les chemins de fer de l'Indo-Chine, 10, 3. — Le voyage de retour de la Mission Marchand, 10, 39. — Le chemin de fer de Konakry au Niger navigable, 10, 259. — La Convention franco-anglaise du 21 mars 1899, 10, 335. — Les observations scientifiques de la Mission Foureau-Lamy, 10, 462. — Du Soudan à la Côte-d'Ivoire, 10, 804. — La Mission Flamand et l'occupation d'In-Salah, 11, 53. — Le ksar d'Igli, 11, 570. — La position du lac Tanganyika, 11, 916. — Les explorations du major Gibbons et du capitaine Lemaire; le haut Zambèze et le haut Congo, 12, 252. — La Mission Lenfant, 12, 645. — Les expéditions antarctiques anglaise et allemande, 12, 827. — Le chemin de fer du Yun-nan, 12, 993. — Les chemins de fer vers les grands lacs africains, 13, 227. — L'Expédition Kozlow en Asie Centrale, 13, 801. — Résultats scientifiques de l'exploration du Dr Sven Hedin dans l'Asie Centrale, 13, 1162. — La Mission du Bourg de Bozas, 14, 414. — Explorations dans l'Himalaya et le Karakoroum, 14, 801. — La navigation sur le haut Yang-tseu; les résultats de la Mission Hourst, 14, 1183. — La délimitation de la Guinée française. Mission du Dr Maclaud, 15, 222. — La Mission Lenfant, 15, 285. — L'Expédition Peary au nord du Grönland (1898-1902), 15, 328. — Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique du Dr Nordenskjöld, 15, 477. — Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique écossaise Bruce, 15, 678. — L'Expédition antarctique anglaise de la « Discovery », 15, 887. — Le desséchement de l'Asie, 15, 1013. — Les lacs des hauts plateaux boliviens, 15, 1061. — Les travaux scientifiques de la Mission de délimitation du Niger au Tchad (Mission Moll), 16, 716. — Les travaux de la Mission Maclaud pour la délimitation de la frontière entre la Guinée française, la Casamance et la Guinée portugaise, 16, 970. — Le programme scientifique de la Mission de délimitation Niger-Tchad (Mission Tilho), 17, 921. — Le Congrès international pour l'étude des régions polaires, 17, 1005. — L'exploration du massif du Rouvenzori, 18, 132. — Les expéditions arctiques de Peary et d'Amundsen, 18, 346. — Les récentes explorations de l'Himalaya, 18, 568; 21, 844. — L'expédition du Dr Stein dans l'Asie centrale, 18, 816. — Les résultats scientifiques de la Mission française de délimitation Congo-Cameroun (Mission Moll), 19, 131. — Les travaux géographiques de la Mission Arnaud-Cortier au Sahara, 19, 301. — La Mission forestière Aug. Chevalier en Afrique occidentale, 20, 5. — L'exploration du Dr Sven Hedin au Tibet, 20, 296. — L'expédition antarctique du lieutenant Shackleton, 20, 348. — Le passage du Nord-Ouest : Roald Amundsen, 21, 48. — La civilisation bouddhique préislamique au Turkestan chinois et dans la Chine centrale : les Missions Stein et Pelliot, 21, 320. — L'étude des bois de la Côte d'Ivoire et leur utilisation industrielle, 21, 969. — La Mission Chevalier en Afrique occidentale française, 22, 5. — Exploration au Groenland, 24, 5. — L'exploration de la Nouvelle Guinée, 24, 647. — Missions hydrographiques en Afrique équatoriale française, 24, 872. — Le Dr A. Cureau, 24, 912. — Les traversées du Groenland : Rasmussen, le capitaine Koch, 25, 97. — Fernand Foureau, 25, 133. — Emile Gentil, 25, 421. — Découverte de terres nouvelles dans l'Océan glacial arctique, 25, 424. — L'expédition du Dr Mawson dans l'Antarctique, 25, 583. — La route de mer d'Europe en Sibérie, 25, 704. — Le capitaine Cortier, 25, 765. — Le voyage du Dr G. Montandon dans le S. O. éthiopien, 25 807.

REGNAULT (Dr Félix) : Le Congrès de l'Association française en 1893, 4, 569. — La morphogénie osseuse expliquée par l'anatomie pathologique, 16, 217. — Consanguinité et endogamies, 22, 719. — Les facteurs de la taille humaine, 23, 900.

REINACH (Th.) : Des théorèmes mécaniques ou de la méthode. Traité d'Archimède, dédié à Eratosthène, 18, 915, 954.

REISS (R.) : La photographie judiciaire, 15, 1048.

RÉMOND (A.) : De l'emploi des bobines de Ruhmkorf en endodiascopie, 9, 838. — Emploi des courants induits d'ordre supérieur pour exciter les tubes producteurs de rayons X, 9, 876.

RÉMOUNDOS (G.) : Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes, 18, 509.

RENARD (Cl Ch.) : La stabilité longitudinale des ballons automobiles, 15, 627, 837.

RENARD (Ct Paul) : Les aérostats dirigeables, 19, 426, 479. — La résistance de l'air et les récentes expériences de M. G. Eiffel, 20, 78. — L'Aviation, 21, 183, 231. — Les Aéroplanes, 22, 14, 61.

RENAUD (J.) : La barre sur la côte atlantique du Maroc, 25, 309.

RENAUDOT (G.) : La comète de Halley dans le Talmud, 21, 177. — La comète 1910 *a*. — La Nova Lacertæ, 22, 50.

RENAULT (B.) : Les bactéries fossiles et leur œuvre géologique, 7, 804.

RENEL (G. A.) : Les récents perfectionnements de la filtration pastorienne de l'eau, 2, 397.

RÉNON (Louis) : Le professeur Dieulafoy, 22, 710.

RÉPIN (Ch.) : La stérilisation des eaux par l'ozone, 7, 596. — La culture du champignon de couche, 8, 705. — Découverte du microbe de la pneumonie, 9, 265. — La guérison du tétanos déclaré, 9, 320. — La pathogénie du goître endémique, 21, 736.

La culture de la morille, 12, 595.

RÉSAL (Jean) : Les ponts métalliques, 13, 508.

RETTERER (Ed.) : Le placenta discoïde, d'après les travaux de M. Mathias-Duval, 3, 503. — Le placenta des carnassiers, d'après M. le professeur Mathias-Duval, 6, 993.

RÉVEILLE (J.) : Le colonel Mannheim, 18, 49.

REVERCHON (L.) : L'horlogerie mécanique, 21, 414.

La chronométrie française en 1910, 21, 498. — L'horlogerie suisse en 1910, 22, 389. — La chronométrie à Neuchâtel en 1911, 23, 258. — La montre de précision en 1912, 24, 42.

RÉVIL (J.) : Les grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises, 13, 1005. — La formation des vallées des Alpes de Savoie, 16, 462. — La réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Turin en 1905, 16, 1091. — La synthèse géologique du système alpin, 17, 644. — Les sources thermo-minérales de la Savoie, 19, 825. — Une nouv. percée des Alpes : le Petit Saint-Bernard, 21, 687. — La structure et l'histoire géologique des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie, 23, 347. — La géologie de l'Afrique du Nord, d'après des travaux récents, 24, 662. — Revue annuelle de Géologie, 18, 884; 20, 414, 452; 21, 246, 297; 22, 721; 24, 387.

Marcel Bertrand et son œuvre géologique, 18, 217. — Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie, 23, 80.

REYNOLDS (O.) : Théorie dynamique des fluides visqueux incompressibles, 5, 726.

RIBAUCOURT (Ed. de) : Etudes sur l'anatomie comparée des Lombricides, 12, 586.

RICHARD (G.) : La Mécanique générale à l'Exposition de Chicago (1893), 5, 349.

RICHARD (Jules) : La perspective photographique et la perspective oculaire (vérascope), 5, 649.

RICHARD (J.) : Les principes des Mathématiques et le problème des ensembles, 16, 541. — A propos de la Logistique, 17, 957.

RICHARDS (Th.-W.) et ARCHIBALD (E. H.) : La méthode chronophotographique appliquée à l'étude de la genèse des cristaux, 12, 990.

RICHE (A.) : Etude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional, 4, 741.

RICHER (Dr P.) : La morphologie physiologique de la marche de l'homme, 6, 335.

RICHET (Ch.) : La tuberculose expérimentale, 12, 302. — La génération spontanée, 15, 404. — Le problème ou le préjugé des races, 16, 883.

A. Mosso, 21, 1001. — Victor Tatin (1843-1913), 24, 373.

RIGHI (A.) : Un arc triphasé à quatre charbons, 21, 882.

RISLER (E.) et WERY (G.) : Le drainage rationnel des terres, 4, 753.

RITTER (F.) : François Viète, d'après des documents nouveaux, 4, 72.

RITZ (W.) : Les spectres de lignes et la constitution des atomes, 20, 171.

L'interprétation théorique des raies spectrales, 19, 169.

RIVE (L. de la) et GUYE (Ch. Eug.) : L'orientation magnétique dans une agglomération de petits aimants, 21, 718.

RIVIÈRE (C.) : La culture industrielle des plantes ornementales en Algérie, 7, 707.

ROBERTS-AUSTEN (W. C.) : Sur la diffusion des métaux, 7, 842. — La surfusion dans les métaux et les alliages, 9, 873. — Voir OSMOND (F.).

ROBERTS-AUSTEN (W. C.) et ROSE (T. K.) : Sur certaines propriétés des alliages d'or et d'argent, 14, 226.

ROBIN (G.) : L'évolution de la Mécanique chimique et ses tendances actuelles, 9, 174.

Théorie nouvelle des fonctions, 15, 705.

ROCHARD (Dr J.) : Revue annuelle d'Hygiène, 1, 47. — La prophylaxie internationale du choléra, 1, 257.

A. Verneuil, 6, 608.

ROCHÉ (G.) : L'organisation de la grande pêche française sur la côte du Sahara, 3, 729. — La crise sardinière et les sciences biologiques marines, 4, 308. — L'état actuel de l'industrie française des pêches maritimes, 6, 109.

Les réservoirs aériens d'origine pulmonaire chez les Oiseaux, 2, 829.

ROCQUES (X.) : Etat actuel de l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs, 7, 282. — Les industries des Européens en Tunisie, 7, 1128. — L'état actuel et les besoins de l'industrie du cidre en France, 10, 427, 471. — La contamination des eaux de source dérivées à Paris, 10, 915. — L'état actuel et les besoins de l'industrie des vins de liqueur, 11, 195. — L'état actuel et les besoins de l'industrie des conserves alimentaires en France, 12, 699, 751. — La concentration des vins, 14, 274.

Les conséquences hygiéniques de la monopolisation de l'alcool, 7, 801. — Vinification rationnelle par l'emploi des levures pures, après stérilisation des moûts de raisin, 8, 87. — Les conserves de viandes destinées aux administrations de la Guerre et de la Marine, 8, 404. — La stérilisation et le transport des moûts, 12, 592. — Exposition des moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé, 13, 546.

RODGER (J. W.) : Voir THORPE (F. E.).

RODILLON (G.) : La corolle envisagée comme réflecteur de la chaleur solaire et comme facteur de la maturation du gamète mâle dans la fleur, 23, 804.

ROENTGEN (W.) : Une nouvelle espèce de rayons, 7, 59.

Nouvelles recherches sur les propriétés et sur l'origine des rayons X, 7, 499.

ROGER (Dr G. H.) : Le rôle du sérum dans l'atténuation des virus, 2, 410. — Influence de l'infection sur le système nerveux, 4, 215. — Le rôle du foie dans les auto-intoxications, 5, 65. — Le XIe Congrès international de Médecine, 5, 328. — Les infections non bactériennes. Recherches sur l'oïdo-mycose, 7, 770. — La sécrétion salivaire, 18, 544.

ROGERS (L.) : Action physiologique et antidotes des venins de la couleuvre et de la vipère, 15, 211.

ROMANES (G.) : Expériences sur la germination, 4, 783. — Expériences sur l'héliotropisme, 4, 820.

ROMEU (A. de) : L'industrie des abrasifs et le corindon, 16, 504.

L'industrie du corindon comme matière usante, 15, 1109.

ROMME (Dr R.) : La diphtérie (Clinique), 5, 920. — La nouvelle tuberculine de Koch et la théorie des sucs plasmatiques de Buchner, 8, 384. — La valeur alimentaire des albumoses, 10, 383. — Les assurances ouvrières et la lutte contre la tuberculose en Allemagne, 10, 573, 618. — La diminution de la tuberculose en Angleterre, 11, 680. — La tuberculose en France, 12, 506. — Les bases scientifiques de la lutte contre l'alcoolisme, 13, 675. — Le sanatorium, la polyclinique et l'hôpital dans la lutte contre la tuberlose, 14, 1158. — L'exode rural et la tuberculose à la campagne, 16, 476. — Le bilan de la tuberculose au Congrès de 1905, 17, 561. — L'anaphylaxie, 20, 530. — L'étiologie et la prophylaxie de la fièvre typhoïde, 21, 285.

La 2e réunion du Bureau central international pour la lutte contre la tuberculose, 14, 478. — La pathogénie de la phtisie et la lutte contre la tuberculose, 14, 970.

RONCAGLI (J.) : La prime rationnelle à la navigation, 21, 520.

ROOS (L.) : Etat actuel de la vinification en France, 6, 798. — Les nouveautés en vinification, 10, 943.

ROOS (L.) et HÉDON (E.) : L'alcool et sa valeur alimentaire, 14, 671.

ROOZEBOOM (H. W. Bakhuis) : L'application de la loi des phases de Gibbs à la métallurgie du fer et de l'acier, 11, 1041.

Solutions de sels à deux points d'ébullition et phénomènes qui s'y rapportent, 13, 170. — Représentation dans l'espace des régions des phases et de leurs complexes pour des systèmes binaires à phases fixes, 13, 1107. — Les lignes d'ébullition du système S-Cl, 14, 838.

ROSELL (A.) : Les livres pour l'enseignement secondaire et universitaire aux Etats-Unis, 15, 1114.

ROSENBERG (E. W.) : Le développement de la colonne vertébrale de l'homme, 23, 608.

ROSENSTIEHL (A.) : Traité de la couleur et harmonie des couleurs, 25, 33.

ROSIÈRES (R.) : La découverte de la cycloïde, 1, 431.

ROTHÉ (E.) : La polarisation des électrodes, 15, 667. — Photographies en couleurs par la méthode interférentielle sans miroir de mercure, 16, 39.

ROTHSCHILD (Henri de) : Des laits dits maternisés. De leur fabrication et de leur emploi dans l'allaitement mixte et artificiel, 8, 503.

ROUBAUD (E.) : La Biologie et l'histoire des mouches Tsé-Tsé, 20, 916. — Le rôle des glossines dans la transmission des Trypanosomiases, 20, 956.

ROUCHÉ (E.) : Les origines du trait de perspective : Pietro della Francesca et son école; Albert Durer et Commandin, 2, 401.

ROUCHÉ (J.) : L'état actuel de l'industrie de la parfumerie en France. 1re partie : Extraction des produits naturels, 8, 570. — 2e partie : Fabrication des essences artificielles, 8, 624. — 3e partie : Préparation et écoulement des produits de consommation, 8, 653.

ROUGET : Perfectionnement des essieux de locomotives, 11, 1.

ROULE (L.) : Les éléments de la sexualité chez les animaux, 3, 442. — La phagocytose normale, 6, 586. — La biologie et la pêche du thon dans la Méditerranée occidentale, 25, 808. — Revue annuelle de Zoologie, 11, 598; (Reptiles, Batraciens et Poissons), 23, 934.

Traité de la Pisciculture et des Pêches, 25, 570.

ROULLET-CHÉRY (L.) : La croisière de la *Revue générale des Sciences* en Egypte et au Soudan anglais, 25, 93. — Une oasis d'Egypte : Khargeh, 25, 505.

ROUSSET (H.) : Note sur l'organisation de l'industrie chimique en Allemagne, 19, 406.

Machines à faire automatiquement les analyses pour le dosage de CO^2 dans les gaz industriels, 19, 727. — L'épuration des caoutchoucs résineux, 19, 800. — Calorimètre enregistreur pour l'essai des gaz combustibles, 19, 971. — Curieuse propriété des solutions cellulosiques, 20, 831. — La nature et la nuance du pourpre antique, 21, 92. — Le rôle des laboratoires municipaux, 21, 178. — Les nouv. succédanés des caoutchoucs et les caoutchoucs de synthèse, 21, 761. — La lutte contre la rouille, 22, 52. — Laits et beurres végétaux, 22, 182. — Une nouvelle matière fertilisante, le soufre, 22, 392; 23, 379. — Combustion des poussières en suspension dans l'air, 22, 476. — Lois générales pour l'organisation systématique des usines, 22, 897. — La Station expérimentale de Biéticulture à Rovigo, 24, 872. — Comment se forme le sucre dans la betterave, 25, 289. — Voir A. CHAPLET.

ROUX (E.) : Les récents travaux sur les sucres, 15, 532.

Sur des bases nouvelles dérivées des sucres, 14, 830.

ROUYER (L.) : Sur la représentation proportionnelle, 16, 357, 593.

ROWSON (C. W.) : Le canal maritime de Manchester à Liverpool, 5, 705.

RUBENS (Heinrich) : Recherches sur le spectre infrarouge, **11**, 7. — L'optique des métaux pour les ondes de grande longueur, **15**, 928.
Nouv. méthode d'isolement des rayons calorifiques de grande longueur d'onde, **22**, 93.
RUDLER (Madeleine) : Le mécanisme physiologique et mental du rire, **19**, 495.
RUHMER (E.) : La télégraphie et la téléphonie optiques au moyen des projecteurs électriques, **15**, 5.
RUNGE (C.) : Un premier succès dans les tentatives d'aviation, **4**, 802.
RUSSELL (E.-J.) et HUTCHINSON (H.-B.) : La culture des plantes en sol stérilisé, **21**, 47.
RUSSELL (J.-S.-R.) : Sur quelques conditions qui modifient le réflexe rotulien, **4**, 581. — Recherches expérimentales sur les fonctions du cervelet, **5**, 136. — Dégénérescences consécutives à des lésions expérimentales du cervelet, **5**, 630. — Effets de l'interruption des voies afférentes et efférentes du cervelet, **7**, 930. — Origine et destination de certains faisceaux afférents et efférents de la moelle allongée, **8**, 523.
RUSSELL (W.-J.) : Action exercée par certains métaux et autres corps sur la plaque photographique, **9**, 694; **10**, 570; **15**, 917.
RUSSENBERGER (J.-H.) : Sur l'absorption des liquides par les substances poreuses, **21**, 264.
RUTHERFORD (E.) et MC KLUNG (R.-K.) : L'énergie des rayons de Röntgen et de Becquerel et l'énergie requise pour la production des ions dans les gaz, **11**, 1248.
RYDBERG (J.-R.) : Le système des éléments chimiques, **25**, 734.

S

SABACHNIKOFF (V.) : Contribution à l'étude des fumées et des poussières industrielles dans leurs rapports avec la végétation, **25**, 163.
SABATIER (Camille) : L'homme est-il simple, double ou multiple, **19**, 358.
SABATIER (P.) : La fixation directe de l'azote atmosphérique sur la terre végétale et sur les plantes, **4**, 135. — La catalyse par les métaux communs, **16**, 842.
SABINE (W.-C.) : L'acoustique des salles, **12**, 106.
SACERDOTE (P.) : Loi du mélange des gaz, **10**, 452.
SACHS (H.) : La substance blanche des hémisphères du cerveau humain, **6**, 39.
SAGNAC (G.) : Luminescence et rayons X, **9**, 314. — La propagation de la lumière à travers les corps en repos ou en mouvement, **11**, 243.
Transformations des rayons X par les métaux, **9**, 164; **10**, 254, 410. — Transformation des rayons X par diffusion, **9**, 388. — Transformation des rayons X par la matière, **12**, 53. — La propagation de la phase des vibrations au voisinage d'un foyer, **14**, 633; **15**, 753. — La longueur d'onde des rayons X, **14**, 735. — Sur les interférences de deux faisceaux superposés en sens inverse le long d'un circuit optique de grandes dimensions, **21**, 623.
SAINT-GERMAIN (Albert de) : La Commission internationale de l'Enseignement mathématique, **22**, 473.
SAINTE-LAGUE (A.) : La représentation proportionnelle et les Mathématiques, **21**, 846.
SAINT-HILAIRE (E.) : La surdi-mutité, **12**, 241.
SAINT-RÉMY (G.) : Idées actuelles sur le développement et les relations des Cestodes et des Trématodes, **3**, 184. — Les idées actuelles sur la valeur morphologique des feuillets germinatifs, **12**, 578. — Le parasitisme dans le règne animal, **14**, 778.
Etude du cerveau chez les Arthropodes trachéates, **1**, 742.
SAINT-ROMAS (J.) : Sur la nature de l'attraction newtonienne, **8**, 379.
SALET (G.) : L'hypothèse météoritique de Norman Lockyer, **2**, 134.
SALET (P.) : Spectres multiples et variations spectrales, **21**, 612.
Sur l'étude de la polarisation en Astronomie, **21**, 793.
SALOMON (Charles) : L'orientation des sons et l'espace auditif, **24**, 264.
SALOMONS (Sir D.) : Quelques phénomènes observés dans les tubes à vide, **6**, 46.
SALOMONSON (J.-K.-A. Wertheim) : Une nouv. loi d'irritation, **13**, 172, 220, 404.
SAMBUC (Dr) : Les nucléo-albumines et leurs dérivés, **9**, 817.
SAPOJENIKOW (A.) : La théorie de la nitration de la cellulose, **21**, 117.
DE SAPORTA (A.) : Les grands celliers du Bas-Languedoc, **4**, 791. — Les analyses agricoles par volumétrie gazeuse, **15**, 351. — La répartition des vignobles français, **22**, 373.
L'extracto-œnomètre et le disque extracto-œnométrique de M. Dujardin, **20**, 728. — Le Congrès viticole de Montpellier, **22**, 516.
SAPPIN-TROUFFY (M.) : Recherches histologiques sur la famille des Urédinées, **8**, 601.
SARASIN (Fritz) : Les types humains inférieurs du sud-est de l'Asie, **19**, 303.
SARTON (George) : Le 250e anniversaire de la Société royale de Londres, **23**, 506.
Albert Ladenburg, **22**, 937. — L'Histoire de la Science, **23**, 93. — La bibliographie de l'Histoire de la Science, **23**, 131. — Les classiques de la Science, **23**, 217. — Le bicentenaire de la naissance de M. V. Lomonosoff (1711-1765), **23**, 300. — La chronologie de l'Histoire de la Science, **23**, 341. — L'histoire de la Technologie, **23**, 421. — La Société italienne d'Histoire des Sciences médicales et naturelles, **23**, 537.
SAUSSURE (Léopold de) : L'Astronomie chinoise dans l'antiquité, **18**, 135.
SAUVAGE (Ed.) : Les machines à vapeur en l'an 1900, **11**, 1001. — Les locomotives à la fin du XIXe siècle, **12**, 472. — Les locomotives américaines, **17**, 402. — Le moteur Diesel, **23**, 771.
Rudolph Diesel, **25**, 45.
SAUVAGEAU (C.) : Le pourridié de la vigne et des arbres fruitiers, d'après M. Viala, **3**, 156.
Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques, **2**, 828.
SAUZIER (T.) : Le gisement de perroquets fossiles de l'Ile Maurice, **4**, 377.
SAVITCH (D.) : Le calcul et l'observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, visible en France, **21**, 95.
SCARPA (O.) : Synthèse de l'anhydride nitreux, **18**, 908.
SCHAEFER (Cl.) : Rech. sur l'élasticité des métaux, **12**, 153.
SCHAEFER (E. A.) : Les fonctions du corps pituitaire, **20**, 895.
SCHAEFER (E. A.) et MOORE (B.) : La contractilité rythmique de la rate, **7**, 463, 551.
SCHAER (E.) : Le réfracto-réflecteur, **13**, 321.
SCHEELE : Lettre inédite à Lavoisier, **1**, 1.
SCHEMIAKINE (A. J.) : Le suc pylorique, **16**, 47.
SCHENCK (R.) : Propriétés curieuses de l'anhydride sulfurique, **12**, 1096. — La nature du phosphore rouge, **13**, 365.
SCHENCK (R.) et HELLER (W.) : Phénomènes qui accompagnent la réduction du fer, **16**, 925.
SCHIMPER (A. F. W.) : Assimilation des sels minéraux par la plante verte, **2**, 424.
SCHIRMER (H.) : La pénétration commerciale au Soudan central, **8**, 940.
SCHLICK (O.) : Appareil pour diminuer le roulis des navires, **16**, 46. — Appareil pour enregistrer les vibrations des navires, **16**, 243.
SCHNEIDER (A.) : Dispositif téléoptique, **14**, 639.
SCHOTT (G. A.) : La radiation électromagnétique et les réactions mécaniques qui en proviennent, **24**, 72.
SCHOTT (G. S.) : Sur la réflexion et la réfraction de la lumière, **5**, 135.
SCHRADER (F.) : Le levé et le tracé automatiques des formes du terrain, **10**, 464.
SCHREBER (Dr K.) : Les moteurs à explosion et l'injection de liquides volatils, **17**, 734; **22**, 404.
SCHULHOF (L.) : Les récents travaux sur l'origine des étoiles filantes, **4**, 639.
SCHULZE (A.) : La chaleur spécifique des mélanges binaires, **23**, 336, 375, 376.
SCHURR (J.) : Vitesse de dissolution des sels dans leurs solutions aqueuses, **16**, 85.
SCHUSTER (A.) : La décharge de l'électricité à travers les gaz, **2**, 586.
SCHUSTER (A.) et GANNON (W.) : Détermination de la chaleur spécifique de l'eau, **6**, 84.

Schuster (A.) et Hemsalech : La vitesse des particules métalliques dans l'étincelle électrique, **10**, 297.
Schutzenberger (P.) : La loi des valences atomiques, **3**, 393.
Schwob (Maurice) : La méthode scientifique en commerce et en industrie, **8**, 202.
Sciamanna (Dr) : La question des localisations cérébrales, **16**, 880.
Sébert (Général) : Les travaux récents de Bibliographie scientifique, **10**, 653.
Séglas (J.) : Le délire des négations, **7**, 691.
Sellier (J.) : Rech. sur les ferments protéolytiques des Invertébrés, **22**, 738.
Sémat (L.) : Télautocopiste pour la transmission télégraphique des dessins et écritures, **20**, 608.
Semichon (L.) :Les applications de la géologie en viticulture, **4**, 695.
Semon (R.) : Le problème de l'hérédité des caractères acquis, **24**, 75.
Senier (Alfred) : La Phototropie, **24**, 498.
Sergi (G.) : Douleur et plaisir, **7**, 755.
Sérieux (P.) : L'assistance des aliénés en France, en Allemagne, en Italie et en Suisse, **17**, 476. — Cesare Lombroso (1836-1909), **20**, 897.
Serve (L.) : La grenade-shrapnell Marten Hale, **21**, 90.
Seurat (L. G.) : Le cheptel algérien et ses principales maladies, **23**, 312.
Etude des Hyménoptères entomophages, **10**, 639. — La pêche en Tunisie, **13**, 370.
Seyewetz (A.) : Les récents progrès de la Photochimie, **17**, 229. — Voir Lumière (A. et L.)
Shaw (W. N.) : Les courants d'air et les lois de la ventilation, **19**, 507.
Sheppard (S. E.) et Mees (C. E. K.) : La théorie des processus photographiques, **16**, 401, 625; **18**, 174.
Sherrington (C. S.) : Expériences sur la distribution périphérique des fibres des racines postérieures de quelques nerfs rachidiens, **3**, 875 ; **8**, 850. — Note sur le réflexe rotulien et la corrélation d'action des muscles antagonistes, **4**, 269. — Expériences relatives à la corrélation d'action des muscles antagonistes, **4**, 331. — Les nerfs sensitifs des muscles, **8**. 726. — Sur la double conduction ou conduction antidrome dans le système nerveux central, **8**, 802. — Les réflexes cataleptoïdes chez le singe, **8**, 887. — Sur l'innervation réciproque des muscles antagonistes, **8**, 927; **19**, 294; **20**, 340, 685. — Voir Mott (F. W.).
Sieberg : L'inscription instrumentale des séismes et la physique du globe, **20**, 58, 117.
Siedentopf (H.) : Nouv. progrès en ultra-microscopie, **14**, 314.
Siedentopf (H.) et Zsigmondy (R.) : Méthode pour rendre visibles les particules ultra-microscopiques, **14**, 231, 794.
Simon (L.) : La Chimie dans l'Enseignement secondaire, **15**, 695.
Action des amines aromatiques primaires sur quelques composés cétoniques dissymétriques, **7**, 370.
Simpson (G. C.) : La radio-activité atmosphérique aux latitudes élevées, **15**, 520. — L'électricité atmosphérique sous les hautes latitudes, **16**, 584.
Sinéty (R. de) : Rech. sur la biologie et l'anatomie des Phasmes, **13**, 396.
Sinigaglia (F.) : La « central valve engine » de M. Willans, **1**, 263. — Le contrôle de la vitesse des trains de chemins de fer, **3**, 707.
Slousch (N.) : Les sources non musulmanes et la science historique au Maroc, **25**, 290.
Smith (F. E.) : Le voltamètre à argent, **19**, 171.
Smith (S. W. J.) : Un nouv. électromètre capillaire perfectionné, **14**, 1179.
Smits (A.) : Nouv. théorie du phénomène de l'allotropie, **25**, 191.
Soddy (F.) : L'origine du radium, **23**, 343.
La loi des périodes envisagée au point de vue de la radioactivité, **24**, 434.
Sohngen (N. L.) : Le méthane comme nutrition carbonée et source d'énergie pour les bactéries, **16**, 1015.
Sollas (W. J.) : Les caractères craniens et faciaux de la race du Néanderthal, **19**, 208.
Solvay (Ernest) : Physico-chimie et Biologie, **19**, 474. — Physico-chimie et Psychologie, **20**, 982.
Somermfier (E.) : La fusion de la glace à 0°, **24**, 718.
Sommer (J.) : Introduction à la théorie des nombres algébriques, **22**, 656.
Sorel (E.) : Sur la fabrication de l'acide sulfurique, **4**, 350. — État actuel de l'industrie de l'acide sulfurique en France, **6**, 838. — L'état actuel de l'industrie des phosphates et superphosphates en France, **6**, 1038.
Sorel (G.) : Le problème lombrosien et la Psychologie physiologique, **4**, 632.
Sorre (M.) : Les Pyrénées méditerranéennes, **25**, 529.
Soury (J.) : Le faisceau sensitif, **5**, 190. — La localisation cérébrale de la sensibilité générale, **5**, 274. — Les localisations cérébrales des centres corticaux de la sensibilité générale, **9**, 85. — L'amiboïsme des cellules nerveuses. Théories de Wiedersheim, Rabl-Ruckard, Tanzi et S. Ramon y Cajal, **9**, 370. — Les récents travaux sur l'origine de l'homme d'après M. Ernest Haeckel, **10**, 50. — Sensibilité végétale et animale, **10**, 342. — Revue annuelle de Psychologie physiologique, **6**, 62.
Soxhlet (F.) : La chimie dans l'alimentation artificielle de la petite enfance, **5**, 713.
Spalikowski (Dr Ed.) : Les diarrhées goutteuses, **10**, 743.
Spiers (F. S.) : L'électricité de contact, **10**, 885.
Spring (W.) : La plasticité des corps solides et ses rapports avec la formation des roches, **11**, 1037. — Les travaux récents de M. le professeur Quincke sur la floculation des milieux troubles, **13**, 580.
La floculation des milieux troubles, **11**, 1159. — Modifications physiques et chimiques des solides soumis à de très fortes pressions, **15**, 718.
Springer (M.) : Fragment d'Histoire médicale : Bretonneau et ses élèves, **3**, 672. — Les progrès de la Pathologie générale, **6**, 974.
Staeckel (P.) : La préparation mathématique des ingénieurs dans les différents pays, **25**, 474.
Standfuss : Production expérim. de variétés de Papillons, **11**, 1120.
Stansfield (A.) : L'évolution du carbone dans le fer pendant la solidification, **11**, 1095.
Stanton (T. E.) : Sur le passage de la chaleur des surfaces métalliques aux liquides en contact avec elles, **8**, 801.
Stark (J.) : Principes de la Dynamique atomique, **22**, 501; **23**, 828. — L'analogue électrique du phénomène de Zeeman, **25**, 2, 464.
Steele (B. D.) : La mesure des vitesses ioniques en solutions aqueuses et l'existence des ions complexes, **12**, 1038.
Stefan (J.) : Ondulations électriques dans un conducteur rectiligne, **1**, 61, 94.
Steinmann (G.) : Le diluvium dans l'Amérique du Sud, **18**, 626.
Stephan (P.) : Rech. histologiques sur la structure du tissu osseux des Poissons, **12**, 493.
Sterns-Fadelle (F.) : Le lac bouillant de la Dominique, **15**, 885.
Stok (J. P. van der) : Etude des phénomènes de marée dans la mer du Nord, **17**, 109.
Stoklasa (J.) : Influence des rayons ultra-violets sur les plantes, **23**, 496.
Stoney (G. J.) et Downing (A.) : Les perturbations des Léonides, **10**, 796.
Stoykowitch (W.) : Rech. physiolog. sur la prune et méthodes à employer pour l'amélioration de l'industrie prunière en Serbie, **21**, 991.
Strecker (Dr Hans) : La Stagmatypie, **23**, 273.
Strohl (J.) : Revue générale de Physiologie des Invertébrés, **25**, 595.
Stroobant (P.) : La question des anneaux de Saturne, **2**, 437.
Strutt (R. J.) : Modification chimiquement active de l'azote produite par la décharge électrique, **22**, 391, 555; **23**, 34, 167. — Phénomènes de décharge observés dans des ampoules en quartz, **25**, 502.
Stumpf (J.) : Nouv. dispositif de machine soufflante, **11**, 51.
Suberbie (L.) : Les gisements aurifères de Madagascar, **6**, 715.
Suess (Ed.) : La face de la Terre, **9**, 193 ; **11**, 808.
Sulzer (Dr D. E.) : Le mécanisme oculaire de la visée, **13**, 96.

L'agrandissement et la proximité apparente de la Lune à l'horizon, **17**, 726. — Louis-Emile Javal, **18**, 177.

SULZER-ZIEGLER (Ed.) : Le percement du tunnel du Simplon, **16**, 247.

SUMPNER : La diffusion de la lumière, **3**, 878.

SUTHERLAND (W.) : Nouv. relation entre les raies spectrales, **12**, 894.

SVEDBERG (Th.) : Etudes sur les solutions colloïdales, **20**, 888.

SWINTON (A. A. C.) : Expériences sur les rayons cathodiques, **8**, 686. — Production de rayons X de pénétrations différentes, **8**, 760. — L'occlusion de gaz résiduels par les parois de verre des tubes à vide, **18**, 474.

SWYNGEDAUW (R.) : L'enseignement technique dans les Universités. L'Institut électrotechnique de l'Université de Lille, **16**, 316.

T

TAFFANEL (J.) et DAUTRICHE (H.) : Recherches sur les explosifs de sûreté employés dans les mines grisouteuses et poussiéreuses, **23**, 512.

TAIT (P. G.) : Sur la durée du choc, **3**, 777.

TALBOT (B.) : Progrès important dans la fabrication de l'acier Martin, **11**, 818.

TAMMANN (G.) : Recherches métallographiques effectuées à l'Institut de Chimie minérale de Göttingen, **20**, 407.

L'état cristallin et le point critique, **15**, 1010. — Cristallisation et fusion, **16**, 437.

TANNERY (J.) : Lagrange et d'Alembert d'après leur correspondance, **1**, 529. — A propos des Leçons de Géométrie de M. Darboux, **2**, 65. — De l'infini mathématique, **8**, 129.

TANNERY (Paul) : Galilée et les principes de la Dynamique, **12**, 330. — Auguste Comte et l'histoire des Sciences, **16**, 410.

TASSILLY (E.) : Le 25e anniversaire de la fondation de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, **18**, 652. — IIIe Congrès international du Pétrole, **19**, 43. — Charles Lauth, **25**, 217.

TATIN (Victor) : Quelques remarques sur la locomotion aérienne, **11**, 1014.

TAYLOR (F. W.) : Principes d'organisation scientifique des usines, **24**, 28.

TEISSERENC DE BORT (L.) : L'étude de la météorologie intertropicale par les sondages aériens, **20**, 834.

Variations de température à diverses hauteurs, **12**, 554; **15**, 210.

TERMIER (P.) : Les problèmes de la Géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale, **22**, 225. — Edouard Suess (1831-1914), **25**, 546.

Auguste Michel-Lévy (1844-1911), **22**, 781.

TERRIEN (F.) : L'action des rayons ultra-violets sur l'œil, **22**, 393.

THIERRY (J.) : La catastrophe de la Martinique, **13**, 664.

THOMSON (J. J.) : L'analyse chimique par les rayons positifs, **22**, 714.

L'électrolyse de la vapeur d'eau, **5**, 27. — La production d'une radiation de Rœntgen très douce par le choc des rayons cathodiques lents et positifs, **25**, 762.

THORPE (F. E.) et RODGER (J. W.) : Relations entre la viscosité (frottement interne) des liquides et leur nature chimique, **5**, 261; **7**, 666.

THOULET (J.) : Les principes scientifiques des grandes pêches, **1**, 137. — Les eaux abyssales, **1**, 501. — Le sol sous-marin et les eaux abyssales, **2**, 326. — Remarques à propos du plankton, **4**, 16. — L'étude du plankton dans les eaux françaises, **12**, 41. — Instructions océanographiques, **14**, 872. — L'Océanographie dans le voisinage immédiat du rivage, **15**, 542. — La circulation océanique, **17**, 321.

Sur la présence de coquilles fossiles calcaires au fond des mers actuelles, **10**, 413. — F.-A. Forel, **23**, 801.

THRELFALL (R.) et POLLOCK (J.) : Sur une balance de gravité à fil de quartz, **10**, 681.

TIDDENS (P. G.) : Méthode d'évaluation de la longueur d'onde des rayons X, **8**, 727.

TIFFENEAU (M.) : Les transpositions de structure en Chimie organique, **18**, 583.

TIKHOFF (G. A.) : L'absorption cosmique sélective, **22**, 513.

TILDEN (William A.) : L'appareil du Dr Hampson pour la liquéfaction de l'air et des gaz, **7**, 329.

Sur les gaz inclus dans les roches et les minéraux cristallisés, **8**, 442. — Sur la chaleur spécifique des métaux, et la relation entre la chaleur spécifique et le poids atomique, **11**, 762; **14**, 162; **15**, 620.

TISON (A.) : Rech. sur la chute des feuilles chez les Dicotylédones, **13**, 439.

TISSERAND (F.) : Revue annuelle d'Astronomie, **6**, 380.

Le Contre-amiral E. Mouchez, **3**, 563.

TISSOT (C.) : L'état actuel de la télégraphie sans fil, **14**, 973.

Les nouv. récepteurs magnétiques Marconi pour la t. s. f., **14**, 288. — L'effet enregistré par le détecteur magnétique, **15**, 160. — Ordre de grandeur des f. é. m. mises en jeu dans les antennes réceptrices, **17**, 157. — Etude de la résonance des systèmes d'antennes, **17**, 570. — Détecteur d'ondes électriques à gaz ionisés, **17**, 720. — La réalisation de la syntonie par l'emploi des détecteurs bolométriques, **18**, 172. — Les détecteurs à contacts solides, **21**, 358. — Infl. des oscillations électriques sur la conductibilité des sels fondus, **24**, 598.

TISSOT (J.) : Etude des phénomènes de survie dans les muscles après la mort, **7**, 661.

TORRES-QUEVEDO (L.) : Dispositif pour la direction à distance des vaisseaux et des ballons, **17**, 351.

TOUVENAINT (L.) : Voir AUVARD (A.).

TOWNSEND (J.-S.) : La diffusion des ions dans les gaz, **10**, 611. — La diffusion des ions produits dans l'air, **11**, 1114. — Nature de la conductibilité produite dans les gaz par le passage des ions chargés négativement, **11**, 1120.

TRABUT (Dr) : L'état actuel de la culture de l'olivier en Algérie, **12**, 16. — Le crin de Tampico et la culture des Agave univittata et heteracantha en Algérie, **12**, 233.

TRAUBE (E.) : Rôle de la tension superficielle dans les organismes, **16**, 42.

TRAUBE (J.) : La pression d'adhésion, **20**, 51.

TRAVERS (M.-W.) : L'obtention et la mesure des très basses températures, **14**, 597.

Origine des gaz qui se dégagent lorsqu'on chauffe certains minéraux ou des météorites, **10**, 566. — Voir RAMSAY (William).

TREILLE (Dr J.) : Les conditions sanitaires de l'Afrique intertropicale, en particulier du Congo, **5**, 809.

TRÉLAT (Gaston) : Santé publique et Paris de demain, **18**, 267. — La salubrité générale des territoires habitables, **18**, 721.

TRÉMOLIÈRES (Fernand) : Evolution doctrinale de la pelade. La théorie trophonévrotique de M. L. Jacquet, **14**, 327.

TRÉPIED (Ch.) : La Carte photographique du Ciel, **2**, 529, 568.

TRESSE (A.) : Sur les invariants différentiels des groupes continus de transformations, **5**, 335.

TREVES (Dr Zacharie) : Idées nouvelles en Ergographie, **15**, 774, 824.

TRIPIER (A.) : La voltaïsation utérine, **5**, 857.

TROUESSART (E.) : La question de l'espèce en Systématique, **23**, 853. — Le cheval existait-il en Amérique à l'époque de la découverte du Nouveau Continent, **24**, 725.

TROUSSEAU (A.) : L'œil considéré comme élément de diagnostic en pathologie, **3**, 355. — La cécité en France, ses causes et ses remèdes, **4**, 129. — La Fondation ophtalmologique Adolphe de Rothschild, **16**, 857. — La prévention de la cécité en France, **20**, 502.

TROUTON (F.-T.) : Le coefficient de traction visqueuse et son rapport avec le coefficient de viscosité, **17**, 530.

TROUVÉ (G.) : Dynamomètre universel à lecture directe du travail, **1**, 527.

TRUCHOT (P.) : L'état actuel de la fabrication de l'ammoniaque, **8**, 141. — Etat actuel de l'industrie de l'ammoniaque caustique, de l'ammoniaque liquéfiée et des sels ammoniacaux, **8**, 743. — Les gisements et

l'extraction de la thorite, de la monazite et du zircon, 9, 145.
TRUFFERT (J.) : Le massif des M'Brès (région du Tchad), 13, 77.
TSCHERNING (M.) : Les sept images de l'œil humain, 3, 824. — Le mécanisme de l'accommodation, 5, 80; 661.
TSCHIRCH (A.) : Les bases d'une Chimie physiologique des sécrétions végétales, 18, 750.
TSIKLINSKY (Mlle P.) : L'étiologie de l'influenza, 5, 200. — L'immunité expérimentale contre le vibrion du choléra asiatique, 5, 243. — La diphtérie (Bactériologie), 5, 927.
TSVETT (M. S.) : L'état actuel de nos connaissances sur la chimie de la chlorophylle, 23, 141.
TURCHINI (S.) : Rendement en rayons X du tube de Crookes suivant les conditions de son excitation, 17, 53.
TURPAIN (A.) : Les réformes de l'enseignement supérieur, 17, 166. — De la presse à bras à la linotype et à l'électrotypographe, 18, 817, 867. — Le problème téléphonique actuel en France, 19, 978. — L'éclairage et le chauffage électrique, 22, 869. — L'inscription des signaux horaires de la Tour Eiffel à 1/100 de seconde près, 24, 338.
La protection de nos hôtels des postes contre l'orage, 22, 747.
TURQUAN (V.) : Notes statistiques sur la Tunisie, 7, 1201.
TUTTON (A.-E.) : Dilatomètre interférentiel compensé, 9, 764. — La déformation thermique des sulfates normaux de K, Rb et Cs cristallisés, 10, 370.

U

UNWIN (W.-C.) : Les récents progrès de la Mécanique appliquée, 3, 843.
URBAIN (E.) : Etat actuel de la sucrerie en France, 6, 204. — Une révolution dans l'éclairage au gaz acétylène, 6, 446.
Sur l'extension de l'électro-chimie industrielle, 6, 596.
URBAIN (G.) : Les terres yttriques, 10, 667. — Comment se pose actuellement la question des terres rares, 17, 703. — L'œuvre de Lecoq de Boisbaudran, 23, 657.
La phosphorescence, propriété atomique et moléculaire, 17, 205, 721. — Sur le lutécium et le néo-ytterbium, 19, 633.
URBAIN (G.) et CORNEC (E.) : Etude cryoscopique de certains sels doubles, 25, 761.
USHER (F.-L.) et PRIESTLEY (J.-H.) : Le mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes vertes, 17, 955.

V

VAILLARD (Dr L.) : La lutte contre les mouches, 24, 352.
VALBREUZE (de) : La traction électrique sur les chemins de fer, 18, 263.
VALLAT (G.) : La campagne anti-alcoolique et le monopole de l'alcool en Russie, 13, 830.
VALLAUX (Camille) : L'Enseignement dans les Ecoles d'hydrographie, 17, 1021. — Le nomadisme et l'émigration en Basse-Bretagne, 18, 754. — La mer du Nord, 23, 422. — L'industrie des pêches dans la mer du Nord, 25, 433.
VALLOT (J.) : Voir DEPÉRET (C.).
VALUDE (E.) : L'hétéroplastie dans la thérapeutique oculaire, 9, 701.
VAN'T HOFF (J.-H.) : La pression osmotique au point de vue physiologique, physique et chimique, 4, 785. — Les bases positives de la Stéréochimie, 5, 265.
VAQUEZ (H.) : Physiologie et thérapeutique générales des maladies du cœur, 10, 308.
P. Ch. Potain, 12, 110.
VARNIER (Dr H.) : La symphyséotomie, 5, 578.
VASCHIDE (N.) : Les travaux du IVe Congrès international de Psychologie, 12, 223.
Le centre cérébral du langage articulé et le centre de Broca, 17, 1047.
VASCHIDE (N.) et VURPAS (Cl.) : La vie biologique d'un anencéphale, 12, 373.
Rech. expérimentales sur un xiphopage, 13, 366.
VAULLEGEARD (A.) : Rech. sur les Tétrarhynques, 11, 405.
VAUTIER : Voir VIOLLE (J.).
VAUTIER-DUFOUR : La téléphotographie, 14, 476.
VERDUN (P.) : Etude des dérivés branchiaux chez les Vertébrés supérieurs, 9, 586.
VERNEAU (R.) : Le Maroc et les Canaries, 10, 146. — Les Boërs et les races de l'Afrique australe, 10, 895. — L'origine de l'homme, 22, 438.
VERNEUIL (A.) : La reproduction artificielle des rubis, 2, 5.
VERNEY (Dr Lorenzo) : La théorie physiologique des chaînes latérales, 13, 517. — Les facteurs de l'immunité, 14, 847.
VÉRONNET (Alex.) : La forme exacte de la Terre et sa constitution interne, 24, 494.
VERSINI (R.) : L'état actuel des services scientifiques et de l'instruction publique en Tunisie, 7, 1177.
VERWORN (Max) : La question de l'oxygène de réserve dans la substance vivante, 24, 270.
VESQUE (J.) : La sève ascendante, 2, 574.
VIALA (P.) : L'état actuel de la viticulture en France, 4, 521.
VIANNA DE LIMA (A.) : La partie nouvelle de l'ultra-violet des spectres d'émission découverte par M. Schumann, 5, 324.
VIDAL (L.) : Rech. sur le sommet de l'axe dans la fleur des Gamopétales, 12, 492.
VIEILLE (P.) : La vie et l'œuvre de Sarrau, 16, 7.
Rech. expérimentales sur la propagation d'une discontinuité, 11, 413.
VIGNON (Léo) : Une théorie de la teinture, 20, 567.
VIGOUROUX (E.) : Le silicium et les siliciures métalliques, 8, 34.
VIGUIER (C.) : La faune pélagique, 1, 433, 482.
Influence du milieu extérieur sur l'œuf, 15, 475.
VILLARD (P.) : La formation des rayons cathodiques, 10, 301.
Propriétés des gaz très purs au voisinage du point critique, 5, 630, 662. — Etude expérimentale des hydrates de gaz. Etude des gaz liquéfiés, 8, 352. — Les rayons cathodiques, 9, 348. — Transformateur à haut voltage et à survolteur cathodique, 11, 1352. — Tube de Crookes régénérable par osmose, 9, 515. — La dissolution des solides et des liquides dans les gaz, 9, 824. — Interrupteur électro-magnétique à mercure pour courants alternatifs ou continus, 10, 210. — Les rayons continuateurs, 15, 1152. — L'enroulement des rayons cathodiques dans un champ magnétique, 16, 236. — Les rayons magnéto-cathodiques, 16, 405; 17, 673.
VILLARD (P.) et ABRAHAM (H.) : Applications du rhéographe à l'étude des décharges oscillantes, 21, 664.
VINCENT (G.) : Les couches de passage et le rayon d'action moléculaire, 10, 418.
VINCENT (H.) : Les tubercules et le bacille de la tuberculose, 1, 659. — La pathogénie du tétanos, 2, 296. — Les récentes observations sur l'origine bactérienne de l'ictère grave, 4, 722. — La vaccination de l'homme contre la fièvre typhoïde, 24, 229. — La lutte contre la fièvre typhoïde au Maroc, 25, 365.
J. A. Villemin, 3, 776.
VINCENT (J.-H.) : La densité et le coefficient d'expansion cubique de la glace, 13, 445.
VINCENT (S.) et MOORE (B.) : Physiologie et chimie comparées des capsules surrénales, 9, 595.
VIOLLE (J.) : Les récents progrès de l'Optique, 4, 666. — Le mouvement scientifique aux Etats-Unis, 5, 889.
L'arc et le four électriques, 4, 361.
VIOLLE (J.) et VAUTIER : Propagation du son dans les tuyaux cylindriques, 6, 1064.
VIRÉ (Armand) : La faune souterraine, 8, 991.
VIVAREZ (A.) : Les nouveaux conducteurs électriques, 4, 423.
VIVET (L.) : Le Congrès des « Naval architects », 6, 846.
VLÈS (F.) : Propriétés optiques des muscles, 23, 677.

VOEGE (V.) : Le rayonnement lumineux et calorifique des sources d'éclairage artificielles, **22**, 554.
VOISIN (J.) : L'idiotie, **5**, 588.
VOITELLIER (G.) : L'état actuel de l'aviculture en France, **7**, 734.
VOULET (Lieutenant) : La jonction du Soudan et du Dahomey (1896-1897), **8**, 893.
VOYER (J.) : Les voyages au long cours en ballon, **16**, 734. — Les applications militaires de la photographie en ballon, **16**, 850.
VRIES (H. de) : La naissance de nouv. espèces végétales, **11**, 1355. — Sur l'origine des espèces dans les genres polymorphes, **25**, 187.
VUILLEMIN (P.) : Les mycorhizes, **1**, 326. — Les maladies microbiennes des plantes, **1**, 728. — Les Chalazogames de M. Treub, **3**, 22. — Les fermentations symbiotiques, **4**, 305. — Les Myxobactériacées, **4**, 501. — Les Blastomycètes pathogènes, **12**, 732. — Le problème de l'origine des levures, **17**, 214. — La classification des mycoses, **21**, 148. — Le blanc du chêne, **21**, 812. — L'évolution sexuelle chez les champignons, **23**, 222. — Poisons et aliments des champignons, **25**, 24. — Revue annuelle de Mycologie, **21**, 432, 473; **22**, 799; **24**, 183.
La subordination des caractères de la feuille dans le phyllum des *Anthyllis*, **4**, 396. — Pourquoi le Muséum ne resterait-il pas un établissement d'enseignement, **11**, 819.
VURPAS (Cl.) : Voir VASCHIDE (N.).

W

WAALS (J. D. VAN DER) : Contraction de volume et contraction de pression dans les mélanges, **10**, 83, 123, 453. — L'équation critique et la théorie du mouvement cyclique, **12**, 296, 391, 451. — Les systèmes ternaires, **13**, 402, 447, 703. — L'état fluide et l'équation d'état, **14**, 923. — Contribution à la théorie des mélanges binaires, **18**, 299, 383, 524, 564, 856, 948.
WAALS jr (J. D. VAN DER) : Observations sur la loi des états correspondants, **8**, 39. — Electromécanique statistique, **13**, 751.
WAHL (A.) : Les nouvelles matières colorantes, **14**, 1142. — Les idées actuelles sur la constitution des matières colorantes du triphénylméthane, **16**, 558.
WALCKENAER : Les explosions de chaudières et le remplacement des moteurs à vapeur par les moteurs à combustion interne, **16**, 493.
WALKER (G. W.) : Influence de la température sur l'indice de réfraction des gaz, **14**, 921.
WALLER (A. D.) : Observations sur le nerf isolé, **7**, 844. — Essai de détermination de la vitalité des graines par une méthode électrique, **12**, 940.
WALLERANT (Fred.) : Sur certaines conceptions en Cristallographie, **12**, 671.
WARCOLLIER (G.) : Les méthodes scientifiques dans l'industrie du cidre, **18**, 778.
WARD (M.) : Action de la lumière sur le *Bacillus anthracis*, **4**, 59. — Action de la lumière sur les bactéries, **5**, 94.
WATTEVILLE (C. de) : Sur les spectres de flamme, **15**, 836; **16**, 1110; **19**, 208.
WEBER (A.) : Revue d'Embryologie, **25**, 779.
WEINBERG (B.) : La cristallisation de l'eau surfondue, **19**, 638. — Conservation des grêlons et étude de leur microstructure, **21**, 459.
WEISGERBER (Dr F.) : Voyage de reconnaissance au Maroc, **14**, 435, 509. — Pathologie et thérapeutique marocaines, **14**, 567. — La ville de Fez, **16**, 634. — Huit jours à Ténérife, **16**, 1038.
Le coolie japonais, **16**, 495.
WEISS (Georges) : Expériences sur l'électrolyse des muscles, **1**, 82. — La contraction des muscles striés, **1**, 234. — L'ombre pupillaire. Mesure de la myopie, de l'hypermétropie et de l'astigmatisme, **2**, 252. — La puissance des systèmes centrés, **5**, 976. — La théorie chimique de la vision, **6**, 253. — L'analyse d'une courbe périodique par le procédé de Ludimar Hermann, **9**, 669. — Le muscle dans la série animale, **12**, 1067, 1113. — Le travail musculaire d'après M. Chauveau, **14**, 147. — Les travaux de W. Braune et O. Fischer sur la mécanique animale, **14**, 1205. — La production de la chaleur animale et les substitutions alimentaires d'après les travaux de Rubner, **21**, 19.
L'excitation électrique des muscles, **2**, 429. — Emile du Bois-Reymond, **8**, 41. — Réflexions sur le système nerveux, **11**, 227.
WEISS (P.) : Les nouveaux laboratoires techniques de l'Ecole Polytechnique de Zurich et ceux de nos Facultés des Sciences, **10**, 55. — L'hypothèse du champ moléculaire et la propriété ferromagnétique, **19**, 99. — Le magnéton, **25**, 12.
L'aimantation dans la magnétite cristallisée, **6**, 795; **8**, 352. — Aimantation des alliages Fe-Sb, **7**, 840; **8**, 352. — Cercle à calcul, **12**, 105. — Walther Ritz, **20**, 861.
WEISS (P.) et COTTON (A.) : Mesure du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc, **18**, 425.
WEISS (P.) et PLANER (V.) : L'hystérèse dans les champs tournants, **19**, 170.
WEISSMANN (G.) : L'éclairage par lampes à incandescence à filaments de carbone et le système économiseur Weissmann-Wydts, **13**, 443.
WERNER (A.) : Les phénomènes d'isomérie en Chimie inorganique, **17**, 538.
WÉRY (G.) : Voir RISLER (E.).
WEYHER (Ch.) : Sur les cyclones, **1**, 480. — Nouvelles expériences sur les tourbillons, **2**, 10. — Sur l'origine des tourbillons naturels, **2**, 331. — La forme des carènes, **19**, 572. — Oiseaux et aéroplanes, **19**, 974.
Sur une curieuse particularité concernant les formes des êtres vivants et spécialement celles du corps humain, **14**, 234. — Sur les formes des corps vivants, **14**, 299. — Encore le vol des oiseaux, **19**, 258. — Sur un cas singulier du vol de l'épervier, **19**, 342.
WHETHAM (W. C. D.) : Les vitesses des ions, **3**, 871.
WHITE (J.) : Les ferments et la vie latente des graines au repos, **20**, 609.
WICKHAM (Dr Louis) : L'action thérapeutique du radium sur le cancer, **20**, 902.
WILDE (A.) : Le spectre du thallium et ses rapports avec les spectres homologues de l'indium et du gallium, **4**, 301.
WILDEMAN (E. de) : L'exploitation et la culture des plantes à caoutchouc, **22**, 32.
Th. Durand (1855-1912), **23**, 129.
WILDERMAN : Les piles galvaniques produites par l'action de la lumière, **16**, 136; **17**, 431.
WILL (Wilhelm) : Les progrès de la technique des matières explosives depuis le développement de la Chimie organique, **15**, 801.
WILLEY (A.) : L'œuf du *Nautilus macromphalus*, **8**, 761.
WILLIAMS (W.) : Relations entre les dimensions des quantités physiques et les directions de l'espace, **3**, 529; discussion, **3**, 803, 836.
WILLIAMSON (P. R.) : Le récent congrès de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences (Belfast, 1902), **13**, 1018.
WILLIAMSON (W.) et SCOTT (D. H.) : L'organisation des plantes fossiles des couches carbonifères, **5**, 225.
WILSON (C. T. R.) : Sur l'efficacité comparée des ions positifs et négatifs comme noyaux de condensation, **10**, 838.
WILSON (Sir D.) : La question de la main gauche, **3**, 63.
WILSON (E.) : La chaleur rayonnée par les taches solaires, **5**, 727. — Propriétés magnétiques du fer presque pur, **9**, 554. — Influence des courants induits sur la distribution du magnétisme dans un cylindre de fer tournant dans un champ magnétique, **13**, 946. — Dissipation de l'énergie par des courants électriques induits dans le même cylindre, **13**, 996.
WILSON (F. B.) : Les gisements phosphatés de la Floride, **5**, 14.
WILSON (H. A.) : Sur la conductibilité électrique de l'air et des vapeurs salines, **12**, 727.
WILSON (W. E.) : La température réelle du Soleil, **13**, 655.
WILSON (W. E.) et FITZGERALD (G. F.) : Effets de la pression de l'atmosphère sur la température du cratère de l'arc électrique, **8**, 122.
WIND (C. H.) : Sur la diffraction des rayons X, **8**, 728, 803; **10**, 456. — Une illusion optique se manifestant par des maxima et des minima de clarté, **9**, 631. — Les irrégularités de l'étalon Weston pour la f. é. m., **12**, 348.

WINKLER (C.) et VAN RYNBERK (G.) : Sur la fonction et la structure des atomes dermiques du torse, **12**, 1152; **13**, 172, 403; **15**, 51, 164; **16**, 1016.
WINTERSTEIN (L.) : Sur le recul radio-actif, **24**, 284.
WISSELINGH (C. van) : L'existence du tanin dans la plante vivante et sa signification, **21**, 408.
WITKOWSKI (A. W.) : La vitesse du son dans l'air comprimé, **10**, 333.
WITT (O. N.) : Les progrès des disciplines chimiques depuis quarante ans, **19**, 239.
WITZ (Aimé) : Théorie des machines thermiques, **1**, 2. — La Thermodynamique, d'après MM. Bertrand, Clausius et von Zeuner, **1**, 670. — Le rendement photogénique des foyers, **2**, 663. — De la puissance de vaporisation dans les chaudières, **3**, 240. — Les chemises de vapeur dans les machines compound, **4**, 223. — Les moteurs à pétrole, **4**, 529. — Les derniers progrès de la machine à vapeur, **6**, 613. — La surchauffe de la vapeur dans l'industrie, **7**, 701. — L'état actuel et les besoins de l'industrie des moteurs à gaz et à pétrole en France, **8**, 449. — Le moteur Diesel et le perfectionnement des moteurs thermiques, **9**, 462. — Théorie générique et expérimentale des turbines à vapeur et à gaz, **19**, 19, 47.
G. A. Hirn, **1**, 62. — Cycles des moteurs à combustion, **9**, 536.
WOLFF (J.) : Expériences sur la nature de l'amidon et ses réductions selon les conditions de milieu, **18**, 459.
WOLFROM (G.) : Les rapports de la Tunisie avec le marché européen, **7**, 1144.
WOOD (D.) : La génération géométrique des courbes ornementales chez les Grecs, **13**, 845.
WOOD (G.-E.-C.) : Méthode pour produire rapidement les antitoxines de la diphtérie, **7**, 497.
WOOD (R.-W.) : La réflexion et la réfraction du son, **12**, 349. — Le spectre de résonance de l'iode, **22**, 178.
WOUTERS (Louis) : Le commerce de la Bosnie-Herzégovine, **11**, 536.
WYROUBOFF (G.) : L'enseignement de la Minéralogie, **14**, 9. — Les théories modernes sur la structure des milieux cristallisés, **17**, 1050.
F.-E. Mallard, **5**, 559.

Y

YARROW (A.-F.) : Sur la construction des chaudières à tirage forcé, **2**, 346. — L'emploi de l'acier au nickel pour les tubes de chaudière, **10**, 650.
YOUNG (C.-A.) : La constitution du Soleil, **15**, 673.
YOUNG (S.) : Sur les généralisations de van der Waals relatives aux états correspondants, **2**, 764. — Quelques propriétés physiques des liquides purs et des mélanges, **15**, 981.
YUNG (A.-H.) et ROBINSON (A.) : La terminaison postérieure de l'aorte et les artères iliaques, **9**, 305.

Z

ZABLUDOWSKI (Dr) : Le surmenage des musiciens, **16**, 47.
ZEEMAN (P.) : L'optique et la théorie des ions, **8**, 298.
La décomposition magnétique des raies du spectre et l'intensité du champ, **17**, 482; **18**, 1032; **19**, 128, 212.
ZEEMAN (P.) et WINAWER (B.) : La décomposition magnétique des raies d'absorption en relation avec le spectre des taches solaires, **21**, 315, 628, 915.
ZEILLER (R.) : Les provinces botaniques de la fin des temps primaires, **8**, 5. — Une nouvelle classe de Gymnospermes, les Ptéridospermées, **16**, 718.
Le marquis de Saporta, **6**, 359. — Bernard Renault, **15**, 1057.
ZENGER (Ch.-W.) : La prévision astronomique du cyclone du 26 juillet 1896, **7**, 763.
ZENGHELIS (C.) : Le problème de la conservation de la matière, **20**, 295.
ZOLLA (D.) : L'Agriculture et l'Exploitation forestière en Bosnie-Herzégovine, **11**, 492. — Revue annuelle d'Agronomie, **18**, 319; **19**, 577; **20**, 631; **21**, 779; **22**, 878; **23**, 704; **24**, 730.
La lutte actuelle contre le Black Rot, **7**, 799. — Louis Grandeau, **22**, 745. — Aimé Pagnoul, **23**, 877.
ZUMBIEHL (D.) : Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publiques au Maroc, **25**, 362.
ZYLSTRA (K.) : Sur le mouvement de l'eau dans les plantes, **21**, 316.

Le Gérant : A. MARETHEUX. Paris. — L. MARETHEUX, imp., 1, r. Cassette.

25e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 19, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

G. Wyrouboff. — Le 15 décembre 1913, s'éteignait à Paris, après une longue maladie, un savant de haute valeur, que son indépendance de caractère maintint toujours éloigné des titres et des honneurs auxquels il aurait pu prétendre, Grégoire Wyrouboff, professeur d'Histoire des Sciences au Collège de France, connu par d'importants travaux de Cristallographie et de Chimie minérale. Né en 1843 à Moscou, il fit ses études à Saint-Pétersbourg, dans le célèbre Lycée Alexandre, où se sont formés la plupart des hommes d'Etat russes qui ont travaillé récemment au relèvement de leur patrie. Cette Ecole donnait alors un enseignement encyclopédique, dans lequel les parts faites aux lettres et aux sciences étaient soigneusement équilibrées; on y recevait la culture générale indispensable aux hommes appelés à occuper de hautes situations, mais aucune éducation professionnelle. Wyrouboff retourna ensuite à Moscou suivre les cours de l'Université et y commença des études médicales qu'il poursuivit plus tard à Paris; mais il n'exerça pour ainsi dire jamais la médecine, sauf en 1870, au siège de Paris, dans l'armée française et, plus tard, dans l'armée russe, lors de la guerre de Turquie. Il se fit naturaliser citoyen français en 1889.

Enthousiasmé par les doctrines d'Auguste Comte, il vint très jeune à Paris prendre les conseils et la direction de Littré. S'adonnant simultanément à la philosophie et à la science, il publia, en 1866, son premier mémoire sur les ferrocyanures; depuis cette époque, pendant quarante cinq années ininterrompues, il ne cessa de s'occuper de Cristallographie et de Chimie minérale. Durant dix-sept ans, il assuma en plus la direction de la *Revue de Philosophie positive*, où il publia de nombreux articles d'histoire, d'économie politique et de philosophie. Après la disparition de cette revue, il renonça à la philosophie pour se consacrer exclusivement à la recherche scientifique. Il passa certainement la moitié de son existence dans son laboratoire, devant ses creusets, ou dans son cabinet de travail, devant ses microscopes. Jouissant d'une situation de fortune indépendante, il put travailler librement sans être détourné par aucune préoccupation matérielle. Il ne rechercha pas davantage les honneurs et n'eut dans la vie d'autre objectif que la connaissance de plus en plus complète de la vérité.

Parmi ses travaux les plus connus, on doit mentionner d'abord des études sur la polarisation rotatoire. Par ses expériences, il apporta un appui précieux aux théories de Mallard sur le rôle des croisements de lames cristallines. Dans une direction différente, il combattit, au contraire, et contribua à faire abandonner la théorie de Pasteur, qui voulait rattacher aux phénomènes vitaux le développement de la polarisation rotatoire dans les composés organiques. Il étudia et décrivit, d'une façon détaillée, les formes cristallines d'un grand nombre de substances minérales et organiques, s'attachant particulièrement à élucider les particularités qui se rattachent au polymorphisme ou à l'isomorphisme. Expérimentateur impeccable, il rectifia souvent les erreurs de savants qui ne lui gardèrent pas toujours une grande reconnaissance de la précision de ses mesures. En Chimie, il publia, avec la collaboration de Verneuil, un grand travail sur les terres rares et fit, à cette occasion, des expériences capitales sur la polymérisation des oxydes du thorium. Il étendit plus tard les mêmes recherches à d'autres oxydes et consacra, dans le même ordre d'idées, ses derniers travaux à l'étude de combinaisons complexes semblables à celles que Recoura avait découvertes dans les composés du chrome. Il développa enfin une théorie personnelle de la particule cristalline et de la constitution des dissolutions, puis professa, sur le même sujet, un cours libre à la Sorbonne. Bien que ne disposant d'aucun laboratoire officiel, il dirigea les premiers travaux de chimistes qui se sont fait depuis un nom dans la science : MM. Urbain, Nicolardot, Copeau, Dubrisay, etc., ainsi que de plusieurs de ses compatriotes.

D'un tempérament très original et très vivant, il exerçait une grande action personnelle partout où il intervenait. La Société de Minéralogie lui doit une part notable de son activité et de l'intérêt de ses séances. Orateur de premier ordre, polémiste ardent, il provoqua souvent à la Société chimique des débats dont le souvenir n'est pas éteint. Il avait le geste du

tribun et aurait fait un merveilleux orateur politique. Discutant un jour devant la Société chimique les théories cristallographiques de Pasteur en l'absence de ce dernier, il le vit tout à coup entrer dans la salle des séances. S'arrêtant brusquement, il se tourne vers lui et l'apostrophe ainsi : « Je vous remercie, monsieur Pasteur, d'être venu aujourd'hui à la Société chimique; j'étais gêné par votre absence pour exprimer librement toute ma pensée, maintenant je vais le faire devant vous »; et, dans une improvisation enflammée, il pulvérise tous les arguments mis en avant par Pasteur; il le fit avec un tel brio que son adversaire, qui était pourtant, lui aussi, un polémiste de premier ordre, ne trouva sur le moment rien à répondre.

Caractère très droit, il allait là où il croyait voir la justice, la vérité, et déconcertait par son indépendance ses amis, comme ses ennemis. Dans sa jeunesse, il fit à la mort de Littré, au cimetière Montparnasse, une sortie retentissante contre l'enterrement religieux de son maître. Plus tard, il combattit ardemment Pasteur et, en se présentant contre lui, fit échouer sa candidature au Conseil de la Société chimique. Il accepta, enfin, de faire partie du grand Conseil de la franc-maçonnerie. Aussi fut-il parfois considéré comme un révolutionnaire dangereux. Cela ne l'empêcha pas de se lier de très sincère amitié avec les savants les plus réactionnaires : de Lapparent, Hautefeuille, Mallard, pour ne parler que des morts. Il fut, au grand scandale de ses amis politiques, un des plus chauds défenseurs des candidatures du père Scheil et de Brunetière au Collège de France.

Il laisse à ses amis le souvenir d'un esprit enthousiaste et d'un cœur généreux, à ses adversaires celui d'un galant homme. **Henry Le Chatelier,**
Membre de l'Institut.

§ 2. — Physique

L'analogue électrique de l'effet Zeeman. — On a essayé, à diverses reprises, de mettre en évidence un analogue électrique de l'effet Zeeman, c'est-à-dire l'influence du champ électrique sur les lignes spectrales. Plusieurs auteurs ont cru observer un effet sur la polarisation de la lumière émise dans le champ, mais ces observations n'ont point été confirmées. D'autre part, M. W. Voigt, partant de certaines hypothèses, a déduit des formules théoriques exprimant le dédoublement des lignes spectrales par un champ électrique.

Dans un autre ordre d'idées, à savoir lors de ses recherches d'analyse spectrale sur les rayons-canaux, recherches qui lui avaient montré que toute modification, par ionisation, de l'état électrique d'un atome entraîne une variation de ses fréquences optiques, M. J. Stark, professeur à l'Ecole Polytechnique d'Aix-la-Chapelle a été conduit à étudier ces mêmes phénomènes, indépendamment des expériences antérieures. Dans un premier mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Berlin, il décrit la méthode qui lui a permis de mettre en évidence un analogue électrique parfait de l'effet Zeeman, et il rend compte de quelques résultats préliminaires.

On sait qu'un gaz lumineux, émettant des lignes de série, est ionisé, les porteurs de ces lignes étant, dans la grande majorité des cas, des atomes ou molécules à charge positive. Aussi, en établissant, dans un gaz de ce genre, un champ électrique, doit-on tenir compte du flux qu'il produit lui-même. Dans la colonne positive de l'effluve et de l'arc voltaïque, le flux coexiste avec une émission lumineuse et un champ électrique d'une intensité, il est vrai, relativement faible et qu'on ne saurait, sans graves perturbations, augmenter en accroissant la tension de vapeur. Les conditions sont plus favorables dans la première couche cathodique de l'effluve, où les rayons cathodiques et surtout les rayons-canaux accélérés vers la cathode donnent lieu à une émission lumineuse, en même temps que l'intensité du champ y est considérable. Etant données les variations, difficiles à contrôler, de cette intensité et les limites qui s'opposent à une augmentation ultérieure, l'auteur a dû imaginer une méthode basée sur un autre principe, qui permet de réaliser, dans une enceinte remplie de gaz, une grande intensité de champ accompagnée d'une faible intensité de courant et d'une émission lumineuse assez forte.

M. Stark se sert, en effet, des rayons-canaux d'une effluve derrière la cathode de celle-ci, pour exciter une émission lumineuse dans l'enceinte remplie de gaz, immédiatement derrière la cathode; il applique à cette enceinte un flux non autonome à grande tension aux électrodes, en utilisant comme électrodes, d'une part la cathode de l'effluve, d'autre part une électrode auxiliaire indépendante de l'effluve. La distance entre ces électrodes et la tension de vapeur est choisie de façon à rendre l'espace obscur de la cathode considérablement plus long que cette distance. Loin de créer un flux autonome, la grande différence de tension, dans le champ existant entre ces deux électrodes, maintient un flux non autonome à travers le gaz ionisé par les rayons canaux, flux qui s'éteint aussitôt que cesse l'effluve.

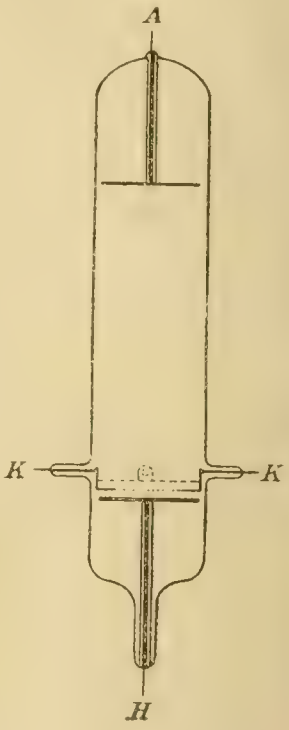


Fig. 1. — *Dispositif pour la mise en évidence de l'analogue électrique de l'effet Zeeman.* — A, anode; K, cathode; H, électrode auxiliaire.

Dans un tube cylindrique (fig. 1), on oppose un disque cathodique perforé de nombreux trous de 1 mm. de diamètre, à 2,6 à 1,1 mm. de distance, et en arrière du disque, un disque non perforé constituant l'électrode auxiliaire. L'effluve entre l'anode A et la cathode K est produite par une grande bobine d'induction. L'électrode auxiliaire H est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance, à la borne négative, la cathode de l'effluve à la borne positive d'une source de courant continu. L'électrode K, comme on le voit, est à la fois la cathode de l'effluve et l'anode du flux non autonome. La tension de vapeur est assez basse pour que la longueur de l'espace obscur de l'effluve soit de 5-10 cm., en sorte qu'aucune effluve ne peut s'établir dans le champ « de tension » entre H et K. Comme sources de courants pour établir un champ de tension constant, l'auteur dispose d'une dynamo de 4.500 volts et d'une batterie d'accumulateurs de 3.800 volts. L'intensité de courant, dans le champ « de tension », est de 1-4 milliampères.

Afin d'éliminer l'influence du principe de Doppler (déplacement spectral en cas de vision axiale), M. Stark choisit une direction d'observation perpendiculaire à l'axe des rayons canaux, en même temps qu'au flux de force électrique, au sein du champ de tension. Pour la prise des vues photographiques, l'auteur dispose d'un spectrographe d'une remarquable intensité lumineuse, combiné spécialement en vue de ses recherches sur les rayons-canaux.

Les premières observations oculaires relatives aux

lignes de l'hydrogène font voir que Hβ et Hγ sont décomposés, par un champ électrique transversal, en cinq composantes dont les trois moyennes vibrent normalement, les deux extrêmes parallèlement au champ. La composante centrale du triplet à vibrations normales coïncide approximativement, mais pas exactement, avec la ligne non décomposée (fig. 2).

On sait que l'hélium présente, sous forme d' « hélium », une série principale et deux séries secondaires et, sous forme de « parhélium », également une série principale et deux séries secondaires. Les premiers groupes des séries seraient émis par l'atome-ion monovalent, les derniers par l'atome-ion bivalent positif de l'hélium. L'auteur étudie, au champ électrique, une ligne au moins de chacune de ces six séries. Plusieurs de ces lignes sont décomposées en trois composantes vibrant parallèlement au champ et en trois composantes vibrant perpendiculairement au champ. D'autres, en raison peut être des conditions encore insuffisantes de l'expérience, n'ont pas donné de résultat positif. Dans celles qui subissent le dédoublement électrique, les composantes parallèles au champ ont, presque sans exception, la même position spectrale que les composantes vibrant parallèlement, bien qu'on puisse, chez certaines composantes, entrevoir un faible déplacement relatif.

Quant à la relation de cet effet avec l'intensité du champ, le résultat probable ou préliminaire donné par les expériences de l'auteur peut s'énoncer comme suit : la décomposition électrique d'une ligne spectrale, c'est-à-dire la distance réciproque des composantes, exprimée en longueurs d'ondes, est, en première approximation, proportionnelle à la première puissance de l'intensité du champ. D'autre part, les résultats jusqu'ici obtenus démontrent, bien que d'une façon non encore définitive, la proposition suivante : les termes d'une série donnée présentent, en ce qui concerne le nombre, la direction de vibration et le rapport des intensités de leurs composantes, le même effet du champ électrique. Lorsqu'une ligne d'une série ne présente pas de décomposition appréciable, pour une intensité de champ et une dispersion données, il en est de même des autres lignes de cette série. La règle suivante semble aussi être d'une application générale : les lignes appartenant aux séries diffuses subissent, sous l'action du champ électrique, une décomposition considérable, tandis que celles des séries principales ou secondaires nettement définies ne présentent, avec les ressources dont se sert M. Stark, aucun effet appréciable ou, tout au moins, un effet bien plus petit. Il semble y avoir une relation entre l'élargissement des lignes dû à l'augmentation de la tension du gaz et l'importance de l'effet exercé sur elles par un champ électrique. A. G.

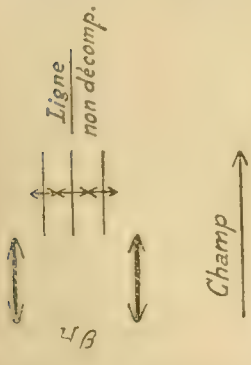


Fig 2. — *Dédoublement de la ligne Hβ de l'hydrogène sous l'influence du champ électrique.*

§ 3. — Électricité industrielle.

Sur un nouvel élément à gaz de grande capacité. — En 1888, Matteucci découvrit qu'il se produit une différence de potentiel entre deux électrodes de platine lorsque les surfaces de celles-ci sont recouvertes de gaz différents; l'année suivante, Grove a construit la pile à gaz bien connue qui porte son nom ; comme on le sait, cette pile consiste en deux lames de platine plongeant dans une solution d'acide sulfurique diluée; sur les moitiés supérieures de ces électrodes sont retournées des éprouvettes en verre dont l'une est remplie d'oxygène et l'autre d'hydrogène ; lorsque l'on réunit les électrodes entre elles par un fil métallique, il se produit sur celui ci un courant dirigé de l'éprouvette d'oxygène vers l'éprouvette d'hydrogène. Grove, Beetz, Schönbein, de La Rive, Gaugain et d'autres ont expérimenté un grand nombre de gaz et de vapeurs avec des métaux différents dans des liquides variés; ils ont établi que les gaz, avec les métaux, peuvent se ranger, au point de vue des tensions obtenues, en une certaine échelle au sommet de laquelle se trouve le chlore, et, au bas, l'hydrogène.

Pour ce qui est des électrodes et des électrolytes, Beetz a étudié particulièrement le charbon et il a trouvé que celui-ci n'est pas attaqué par l'oxygène, mais par le chlore; il a décomposé des poudres de charbon avec production d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Macaluso a également observé cette destruction de l'électrode de charbon dans un voltamètre pour la production du chlore; ce même expérimentateur a observé qu'avec des courants alternativement dirigés dans un sens et dans l'autre, des électrodes de platine subissent une transformation qui en rend la texture poreuse sans déperdition de poids; Schönbein ne pense pas qu'il y ait oxydation des électrodes; Beetz estime qu'il ne s'agit pas de la production d'une force électromotrice dans les gaz, mais d'une simple conséquence de la présence des gaz occlus; Warburg pense que ces gaz peuvent produire des réactions chimiques; Paschen conclut de ses recherches que toute électrode métallique est entourée d'une gaine d'une solution saline faible de son propre métal; Nernst et Wartenberg signalent que la valeur thermo-dynamique de la chaîne des gaz tonnants ne concorde pas avec la valeur de la chaîne de Grove; ils attribuent ce fait à ce qu'il se produit une action chimique perturbatrice, sous forme d'oxydation, à l'électrode de platine dans l'oxygène. Markowski a confirmé la théorie de Warburg en observant qu'il ne se produit aucune force électromotrice sur des électrodes de charbon chargées d'oxygène. Beetz a obtenu des effets électriques très intenses avec des électrodes de palladium recouvertes de noir de palladium, substance dont le pouvoir d'absorption des gaz est beaucoup plus grand encore que celui du noir de platine ; ces effets sont malheureusement inutilisables par suite du fait que la couche de noir de palladium n'adhère pas suffisamment à l'électrode.

Peirce a constaté que la profondeur à laquelle les électrodes sont immergées dans le liquide a une grande influence sur la force électro-motrice ; celle-ci est d'autant plus grande que la longueur de la partie restant dans le gaz est plus forte; la partie immergée dans le liquide se polarise en sens contraire de la partie supérieure, de sorte qu'il se produit un courant local qui affaiblit le courant extérieur. Symons considère comme siège du phénomène la région de contact entre le métal, le liquide et le gaz; Morley, au contraire, est d'avis que tout le courant de la batterie à gaz est dû aux gaz dissous dans le liquide.

Quant à la capacité de la batterie à gaz, Grove indique qu'avec 10 éléments il a obtenu un courant estimé à 1,5 milliampère pendant trente-six heures; avec une batterie de 50 éléments, dont les électrodes étaient chargées de préférence de chlore et d'hydrogène, il a obtenu des effets relativement intenses. Poggendorff, de la Rive, Grove, Haber et Markowski sont d'avis que la force électro-motrice est à peu près indépendante de la pression et de la température; d'après Kohlrausch, pour de faibles densités, la force électromotrice serait proportionnelle à l'épaisseur de la couche de gaz recouvrant l'électrode ; Crova, Helmholtz et Root ont toutefois montré que les gaz pénètrent dans les électrodes mêmes; Niemœller a trouvé que, pour une augmentation de pression jusqu'à 30 ou 40 atmosphères, la force électromotrice diminue de quelques millionièmes de volts.

M. Ch. Siegl a cherché à reconnaître le siège véri-

table de la production de l'électricité ; de ses nombreuses expériences, il déduit que, pour de courtes durées de fonctionnement, les électrodes interviennent en entier; tandis que, au delà, les gaz occlus seuls entrent en jeu; il est exact que la partie immergée des électrodes ne concourt pas à la production de l'électricité et se polarise vis-à-vis de la partie supérieure; pour accentuer le phénomène, on peut utilement employer une électrode platinée disposée sur un diaphragme traversé par l'électrolyte

L'expérimentateur s est aussi occupé de remplacer le platine par des métaux moins chers ; les expériences de Poggendorff et de Paterson ayant établi que tous les métaux platinés sont attaqués lorsqu'ils sont employés comme cathode, il a fait exclusivement usage de charbon platiné; la discontinuité de contact nécessaire entre l'électrode et le diaphragme s'obtient très facilement en employant du charbon en grains de 3 millimètres de diamètre.

Les essais ont été faits avec le chlore, l'hydrogène, l'air, l'acide carbonique, l'acétylène, le gaz d'éclairage et l'oxygène, l'électrolyte étant constitué par de l'acide sulfurique dilué, sauf avec le chlore pour lequel il était fait usage d'acide chlorhydrique; les résultats obtenus sont énumérés ci-dessous :

GAZ	F. e. m.	QUANTITÉS DE GAZ employées		DÉPENSE
		Hydrogène	Chlore ou oxygène	
	volts	m³	m³	centimes
Chlore et hydrogène. .	1,4	0,30	0,30	54
Oxygène et hydrogène.	0,9	0,46	0,23	44
Air et hydrogène . . .	0,8	0,52	0,26	26
Air et gaz d'éclairage.	0,7	0,70	0,35	21
Ac. carb. et hydrog. .	0,8	Pas mesuré.	Pas mesuré.	»
Air et acétylène	0,3	Pas mesuré.	Pas mesuré.	»

Les dépenses sont donc approximativement 10 fois moins élevées que pour les éléments Meidinger; l'électrolyte ne doit occuper que la partie inférieure des récipients; on peut l y maintenir au moyen de tissus, d'ouate, etc.; pour éviter la polarisation, on doit donner à la mousse de platine le temps de recombiner les gaz pour reconstituer de l'eau; l'intensité maximum momentanée est de 400 milliamperes par décimètre carré de surface active, et l'intensité maximum permanente de 20 ampères ; entre 1 centimètre de mercure et 8 atmosphères, la pression n'a pas d'influence appréciable sur la force électromotrice ; la pile à gaz Siegl est construite industriellement[1].

§ 4. — Chimie industrielle

Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912. — La *Metallgesellschaft* vient de publier ses statistiques annuelles sur la production et la consommation des métaux ; ces statistiques, toujours établies avec beaucoup de soins, constituent de précieux documents.

Cuivre. — Les deux tableaux suivants donnent la répartition de la production et de la consommation dans le monde entier en 1911 et 1912.

[1] Dr C. Siegl : Sur une nouvelle pile à gaz de grande capacité. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 13 novembre 1913, p. 1317.

Production mondiale en tonnes.

	1912	1911
Allemagne	39.800	37.500
Angleterre	63.200	57.700
France	13.200	13 200
Italie	1.700	1.700
Autriche-Hongrie . . .	4.000	2.600
Russie	33.500	25.600
Espagne	23.300	18.300
Serbie	7.400	7.000
Autres pays d'Europe.	10.900	7.900
Etats-Unis	592.400	518.700
Amérique du Nord anglaise	15.500	9.700
Autres pays d'Amérique	100.000	88.500
Asie (Japon)	67.000	55.000
Australie	44.900	40.000
Afrique.	3.000	2.000
	1.019.800	893.400

Consommation mondiale en tonnes.

	1912	1911
Allemagne	232.700	222.100
Angleterre	144.700	1 9 100
France	99.800	95.700
Autriche-Hongrie . . .	48.200	38 500
Russie	40.000	32.800
Italie	33.600	29.400
Belgique	15.000	13 500
Pays-Bas	1 000	1.000
Autres pays d'Europe.	10.000	10.000
Etats-Unis	371.800	321.900
Autres pays d'Amérique	3.000	3.000
Asie, Australie, Afrique.	40.400	26.700
	1.040.200	953.700

Zinc. — Pour le zinc, nous avons les deux tableaux suivants :

	PRODUCTION MONDIALE		CONSOMMATION MONDIALE	
	1912	1911	1912	1911
Allemagne. .	271.064	250.393	225.800	219.300
Belgique. . .	200.198	195 092	67.700	64.900
Hollande. . .	23.932	23.733	4.000	4.000
Angleterre. .	57.231	66.956	185.200	175.700
France . . .	72.461	64.221	82.000	82.000
Espagne . .			4.700	4.800
Autriche . . .	19.604	16.876	46.900	43.500
Italie			10.700	10.100
Russie. . . .	8.763	9.936	29.000	29.500
Norvège . . .	8.128	6.680	»	»
Etats-Unis . .	314.512	267.472	312 400	251.600
Australie . .	2.296	1.727	19.700	17.800
Autres pays .	»	»		
	977.900	902.100	987.500	903.200

Plomb :

	PRODUCTION MONDIALE		CONSOMMATION MONDIALE	
	1912	1911	1912	1911
Espagne (exp.).	186.700	175.100	220.500	229.800
Allemagne . .	165.000	161.300	106 500	99.600
France	33.000	23.600	196.100	198.300
Angleterre . .	29.000	26.000	50.800	53.600
Belgique . . .	57.100	44.300	32.000	36.300
Italie.	20.500	16.700	37.900	26.200
Autriche-Hongrie	21.400	19.600	»	»
Grèce.	14.500	14.300	»	»
Suède et Norvége	1.300	1.100	45.600	43.100
Russie	1.000	1.000	17.100	15.300
Autres pays d'Europe . .	»	»	»	»
Turquie d'Asie.	12.500	12.400	»	»
Etats-Unis . .	386.700	377.900	397 800	365.200
A reporter .	928.700	873.300	1.104.300	1.067.100

Report . . .	928.700	873.300	1.104.300	1.067.400
Mexique . . .	120.000	124.600	»	»
Canada. . . .	16.300	10.700	30 000	21.100
Japon	4.500	4.200	24.500	18.900
Australie. . .	107.400	99.600	10.100	9.100
Autres pays. .	12.200	20.500	30.000	31.200
	1.189.100	1.132.900	1.198.900	1.157.700

Etain :

Production mondiale en tonnes.

	1912	1911
	—	—
Exportations par eau des Straits	61.528	57.944
Angleterre	19 600	18.800
Allemagne	12.500	12.426
France	500	500
Vente de Banka	16.111	15 147
Vente de Billiton	2.243	2.240
Australie	5.130	5.150
Chine (Exportation . . .	6 000	6.050
Bolivie — . . .	500	405
	123.100	118.700

Consommation mondiale en tonnes.

	1912	1911
	—	
Angleterre	21.500	21.900
Allemagne	21.700	19.300
France	7.500	7.400
Autriche-Hongrie	3.800	4.000
Belgique	1.300	1.700
Russie	2.600	1.900
Italie	2.500	2.400
Suisse	1.400	1.2 0
Espagne	1.200	1.300
Scandinavie.	1.500	1.400
Pays-Bas	250	250
Autres pays d'Europe. .	1.000	1.200
Etats-Unis	51.700	48.000
Autres pays d'Amérique.	3.300	2.300
Australie	1.200	900
Afrique.	600	500
Chine (exportation) . . .	2.000	1.993
Autres pays d'Asie . . .	3.000	3.000
	128.100	120.600

Notre époque reste l'époque du développement de la métallurgie ; la production et la consommation des métaux ont continué à progresser, de sorte que les nombres fournis par la statistique de 1912 constituent tous des records.

La vulgarisation croissante des applications de l'électricité, le développement des marines militaires et marchandes, l'accroissement rapide des grands centres de population, la multiplication des grandes usines, la transformation des anciennes habitations au point de vue du confort et de l'hygiène, toutes ces causes réunies ont contribué à augmenter la consommation des métaux communs.

La production de cuivre a atteint et dépassé pour la première fois 1 million de tonnes en 1912, avec une augmentation par rapport à 1911 d'environ 15 %. La consommation, comme l'année précédente, a dépassé la production, entraînant une diminution correspondante des réserves. Ce sont surtout les Etats-Unis qui ont augmenté leur production, en particulier toutes les usines contrôlées par l'American Smelting, qui exploitent les minerais porphyriques à faible teneur. L'Amérique fournit à elle seule 70 % de la production mondiale. Les mines de l'Afrique du Sud, sur lesquelles on avait fondé de grandes espérances, ont encore peu donné jusqu'ici.

Il est à remarquer que le Rio Tinto ne tient qu'une petite place dans la métallurgie du cuivre, puisque sa production ne dépasse pas 50.000 tonnes.

On se rendra compte des progrès réalisés dans la métallurgie de ce métal en comparant la production mondiale à diverses époques :

1886	196.000	tonnes.
1888	275.000	—
1900	486.000	—
1908	738 000	—
1912	1.019.800	—

En un quart de siècle, la consommation du cuivre a quintuplé.

La statistique du zinc révèle pour ce métal un développement comparable à celui du cuivre : la production est sur le point d'atteindre aussi 1 million de tonnes. Nous trouvons encore que ce sont les Etats-Unis qui fournissent la plus grande part à l'augmentation de la consommation et de la production.

Production mondiale du zinc.

1860	98.000	tonnes.
1880	210.000	—
1884	258.000	—
1900	500.000	—
1908	712.000	—
1912	978.000	—

Le plomb a un tonnage plus élevé que ceux du cuivre et du zinc ; c'est un métal dont l'usage est très ancien et qui avait autrefois une avance considérable sur ces deux derniers ; ses emplois n'ont pas progressé aussi rapidement, car cette avance va diminuant chaque année.

Production mondiale du plomb.

1862	225.000	tonnes.
1882	431.000	—
1891	480.000	—
1897	580 000	—
1899	782.000	—
1912	1.190.000	—

L'étain est un métal d'un tonnage beaucoup plus modeste ; il intervient surtout dans la fabrication des fers étamés et dans la fonte des bronzes ; il est d'ailleurs beaucoup plus coûteux que les précédents.

Vers 1888, on en consommait environ 50.000 tonnes ; la consommation a plus que doublé depuis lors (128.000 tonnes en 1912). **Camille Matignon.**

§ 5. — Physique du Globe

Les tremblements de terre en Chine. — Dans une note parue en 1912, nous avons donné les principaux résultats d'une étude à laquelle un sismologiste américain, M. Drake, s'était livré sur la périodicité des tremblements de terre en Chine[1]. Les conclusions de cet auteur étaient basées sur l'examen de plusieurs catalogues de séismes très détaillés, édités d'après les annales historiques chinoises. L'un de ces catalogues, celui du R. P. Hoang, dont la première partie avait seule paru, vient d'être à la fois refondu et complété par les soins des PP. J. Tobar et H. Gauthier[2], et l'étude des documents qu'il renferme a conduit le P. Gauthier à des conclusions qui diffèrent sensiblement de celles de M. Drake.

En cherchant à déceler une loi de fréquence des tremblements de terre selon les différents mois au cours de l'année, soit par provinces, soit par régions plus grandes (nord, centre et sud de la Chine), on n'arrive à aucun résultat général. Le maximum, lorsqu'il y en a un, est tantôt dans un mois, tantôt dans

[1] *Revue gén. des Sciences* du 15 août 1912, p. 571-572.

[2] R. P. Hoang : Catalogue des tremblements de terre signalés en Chine d'après les sources chinoises (1767 av. J.-C. — 1895 ap. J.-C.). Livre II. Œuvre posthume, refondue et complétée par les PP. J. Tobar et H. Gauthier. 1 vol. in-8° de 424 pages, avec figures et cartes. Imprimerie de la Mission catholique, Chang-Haï, 1913.

un autre; quelquefois, il se montre double; mais le plus souvent on constate l'absence de toute régularité.

Si l'on compare la répartition saisonnière ou mensuelle des séismes avec celle de la précipitation dans les mêmes régions (en opérant ville par ville, les comparaisons plus étendues, obtenues par généralisation de résultats locaux assez disparates, étant dénuées de signification), on arrive également à un résultat négatif.

M. Gauthier s'est alors demandé s'il n'existerait pas une certaine périodicité, séculaire ou multiséculaire, dans les tremblements de terre enregistrés sur une longue période, l'ère chrétienne par exemple. Il arrive ainsi à reconnaître l'existence non pas d'une véritable périodicité, mais tout au moins d'une époque d'accalmie, qui irait de 633 à 1266, entre deux périodes égales d'activité plus grande, de l'an 1 à 633 et de 1266 à 1899. A l'intérieur de ces époques on constate une marche sensiblement parallèle des séismes, si on les répartit par groupes de trente cinq années, rappelant la période étudiée jadis par Lockyer dans ses travaux sur les taches solaires. Chaque durée de 633 ans se divise en deux parties inégales de recrudescence plus ou moins appréciable, séparées par une petite accalmie durant deux ou trois fois trente-cinq ans. Dans chaque cycle de 633 ans, c'est la seconde recrudescence qui est la plus fortement accentuée, comme elle est aussi la plus prolongée. D'après M. Gauthier, ces recrudescences, en particulier celles des années voisines de 16 à 141, de 212 à 247, de 704 à 809, de 1267 à 1340 et de 1442 à 1668, semblent se comporter assez bien comme des arrivées d'ondes successives, ou *vagues sismiques*, de différentes importances, ayant ou pouvant avoir des points d'origine extérieurs à la Chine.

La propagation de ces vagues, tout au moins dans l'ensemble de l'Extrême-Orient, semble se conformer à des lois précises, que M. Gauthier formule ainsi :

1° *Loi de décalage général dans la progression de la vague sismique* : Dans la progression générale des recrudescences plus ou moins périodiques d'activité sismique, les différentes régions qui subissent cette recrudescence ne sont pas simultanément ébranlées; il semble même qu'il y ait plutôt succession et même contre-partie ou alternance dans la manifestation des détentes géodynamiques;

2° *Loi des échos persistant au milieu d'une même vague sismique* : Au milieu d'une période d'accès général, où les secousses sont plus notablement fréquentes ou violentes, cette loi d'alternance est respectée;

3° *Loi des états correspondants* : Les lois de fréquence alternante ainsi formulées restent fonction de la sismicité propre et caractéristique de chaque région.

Ces lois méritent d'être soumises à l'épreuve d'une étude comparée avec les catalogues sismiques des autres régions du globe.

En terminant, M. Gauthier confirme une remarque devenue aujourd'hui classique : si, dans une région donnée, une série de tremblements de terre se succèdent, les foyers de secousse adoptent de préférence les lignes de dislocation préexistantes. En Chine, on voit en effet s'accumuler, et presque exclusivement, les mentions des secousses sismiques dans les préfectures et sous-préfectures voisines des grandes lignes de relief.

§ 6. — Biologie.

La matière et la vie. — Le Professeur Grasset a fait, à l'Ecole supérieure des Hautes-Etudes, une conférence d'une haute portée scientifique sur la matière et la vie.

Le Professeur Grasset a attaqué le problème toujours si intéressant de déterminer s'il existe une science de la matière vivante. En laissant de côté la philosophie et la métaphysique, l'orateur se place sur le terrain des faits acquis, de la science expérimentale.

Les phénomènes vitaux sont-ils différents des phénomènes physico-chimiques? La Biologie a-t-elle une valeur scientifique propre? C'est à ces questions que le savant a cherché à répondre.

Les êtres vivants diffèrent, dit-il, de la matière inerte — quoique les mêmes éléments simples entrent dans la constitution de la substance vivante et de la substance morte — parce qu'ils réagissent autrement aux différents facteurs du milieu.

L'homme se tient debout, l'arbre pousse de bas en haut, une truite remonte le cours des rivières. Ces mêmes êtres morts seraient soumis à la loi de la gravitation. La chaleur, le froid font dilater et contracter les corps inertes qui prennent la température de l'ambiance. L'homme résiste à ces variations de température aussi bien à l'équateur qu'aux pôles, dans le puits de Pictet que dans une étuve. Il conserve sa température propre.

Sans s'occuper de l'existence ou de l'inexistence d'un principe vital, sans s'occuper ni de l'origine, ni de l'avenir, ni de l'évolution de l'être vivant, en se tenant simplement aux faits positifs, M. Grasset dégage les caractères communs à tous les êtres vivants.

L'être vivant est un individu qui naît, se nourrit, se développe, se reproduit et meurt. L'individualité est le grand caractère de la matière vivante, entre la naissance et la mort. Dans toutes les périodes de sa vie, l'être vivant conserve sa forme et ses caractères spécifiques qu'il transmet à sa descendance. Le corps vivant, malgré les réactions chimiques dont il est l'objet, se renouvelle en entier. Cependant, il conserve une forme invariable. Il reste reconnaissable. En perpétuelle réaction, l'être vivant défend sa forme et celle de son espèce. Son but est la conservation de l'individu et de l'espèce.

Les objections de Vulpian, s'appuyant sur la divisibilité des cellules, sur les greffes, contre le principe de la conservation invariable de la forme de l'être vivant, sont facilement écartées. Les expériences toutes récentes d'Alexis Carrel sur les greffes et les transplantations d'organes montrent le rôle considérable que joue la personnalité de l'individu dans la réussite de ces opérations. Un rein enlevé, puis greffé au même chat continue à fonctionner normalement. Il n'en est pas de même si le rein transplanté provient d'un autre animal. L'homme n'est donc pas la somme d'un grand nombre d'unités vitales, comme l'affirmait Virchow. C'est une unité vitale en soi.

Le problème de la création artificielle d'un être vivant, même dans le bas de l'échelle animale, est loin d'être résolu. La conclusion de Pasteur, après ses belles recherches sur la génération spontanée, reste toujours vraie : « Tout être vivant, quelque simple qu'il soit, provient d'un être vivant né avant lui. »

Malgré Metchnikoff, qui a pris la défense éloquente de l'immortalité des êtres formés d'une seule cellule et qui affirme dans ses ouvrages qu'on chercherait en vain dans le monde des infiniment petits un seul être monocellulaire mort, cette théorie de l'immortalité n'existe pas. Dans les espèces inférieures, il n'y a pas de cadavres, par suite de la confusion de l'engendreur dans l'engendré. La substance de la cellule-mère passe dans les cellules-filles. La mort reste donc le caractère essentiel de l'être vivant.

Les réactions de défense de l'organisme contre l'intrusion des agents extérieurs constituent le second caractère principal des êtres vivants.

Ces considérations amènent le Professeur Grasset à conclure qu'en restant dans le domaine pur de la science positive on constate que les phénomènes vitaux ne diffèrent pas seulement par leur complexité des phénomènes physico-chimiques; ils s'en différencient surtout par une individualité propre et par un système de défense particulier à l'organisme vivant contre les corps étrangers. L'étude de ces phénomènes et de ces réactions comporte la nécessité d'une science spéciale, d'une Biologie, dont le but sera de rechercher si quelques lois générales ne dirigent point les phénomènes de la vie.

R. A.

LES ROTATIONS ULTRA-RAPIDES

Ainsi que je le faisais déjà remarquer il y a dix ans[1], les constructeurs cherchent à augmenter de plus en plus, dans les moteurs, la vitesse de rotation de l'arbre principal. Ils trouvent à cela de sérieux avantages : l'accroissement de vitesse diminue l'encombrement et le poids ; en outre, il simplifie souvent la transmission aux outils. Dans le cas de la machine à vapeur, on peut ajouter que la grande vitesse combat l'influence fâcheuse des phénomènes de condensation dus à l'action des parois. Malheureusement l'accroissement de vitesse des machines à piston a le grave inconvénient d'exagérer les forces d'inertie, essentiellement variables, des pièces à mouvement alternatif, et de rendre par suite l'équilibrage fort difficile. L'inconvénient est bien moindre dans le cas des machines rotatives, parce que, alors, les forces d'inertie se réduisent sensiblement à des efforts centrifuges de grandeur constante, et telle est, soit dit en passant, l'une des raisons qui expliquent, en aviation, le succès des moteurs à cylindres tournants.

Les turbines à vapeur présentent donc, à ce point de vue, une supériorité marquée sur les machines à cylindres fixes. Mais alors on se trouve placé dans l'alternative de faire travailler une vapeur incomplètement détendue, qui fuit par le jeu existant entre la turbine et son enveloppe (c'est le cas des turbines dites à *réaction*), ou bien d'employer une vapeur détendue jusqu'à la pression atmosphérique, et possédant par suite une énorme vitesse (turbines à *action*). Je laisse ici de côté les turbines à réaction, qui, tournant à une vitesse modérée, se prêtent aisément à l'équilibrage. Les turbines à action sont obligées, au contraire, de tourner extrêmement vite, et cela se conçoit : car, pour utiliser sans trop de pertes la force vive de la vapeur, il faut donner aux aubes une vitesse égale à peu près à la moitié de la vitesse de la vapeur. Si celle-ci provient, par exemple, d'une chaudière à 10 kilogrammes de pression, la vitesse de la vapeur, au sortir des tuyères, atteint environ 1 kilomètre par seconde, et il faut que les aubes parcourent 500 mètres par seconde. En supposant que le rayon soit de 20 centimètres, la turbine doit tourner à raison de 400 tours par seconde. On conçoit l'importance des forces centrifuges développées dans de telles conditions : chaque masse de 1 gramme, tournant à la périphérie, est poussée vers l'extérieur par une force de 127 kilogrammes.

Pour lutter contre de pareils efforts, on doit avant tout employer un métal de haute résistance et donner à la turbine une forme calculée avec soin d'après les principes de la résistance des matériaux. Mais cela ne suffit pas : il faut, en outre, que le centre de gravité soit placé, aussi exactement que possible, sur l'axe de rotation, et que cet axe soit, pour la turbine, ce que l'on appelle, en Mécanique, un axe naturel de rotation : sans quoi ledit axe se trouve soumis à des réactions extrêmement violentes.

Le créateur de la turbine à action, l'ingénieur suédois de Laval, mort récemment, a été arrêté longtemps par l'impossibilité de réaliser rigoureusement ces conditions : les axes de ses turbines se brisaient ; il augmentait alors leur calibre, mais vainement : les ruptures recommençaient de plus belle, jusqu'au jour où il eut l'idée géniale de substituer à l'axe rigide un axe flexible. Une turbine ainsi constituée se comporte à peu près comme une toupie, c'est-à-dire qu'elle possède la stabilité dynamique due à sa grande vitesse, stabilité différant de la stabilité statique en ce que l'axe, au lieu de demeurer réellement immobile, est affecté de légers frémissements. Si on laisse ces frémissements se produire librement, ils n'entraînent aucune conséquence ; si, au contraire, on prétend les annihiler, ils s'exaspèrent, en quelque sorte, et deviennent capables d'effets destructeurs. L'axe de la turbine de Laval se comporte, en un mot, comme le roseau de la fable : il plie, et ne rompt pas.

I

La solution imaginée par de Laval a le défaut d'imposer à l'arbre des vibrations qui peuvent, à la longue, altérer la structure du métal. Il vaut donc mieux conserver la rigidité de l'arbre et supporter celui-ci par des paliers élastiques, d'un remplacement facile. C'est ce que fait M. Maurice Leblanc, dont nous allons maintenant résumer les remarquables travaux. Il dispose chaque extrémité de l'arbre à l'intérieur d'un coussinet supporté au moyen de trois ressorts R_1, R_2, R_3 (fig. 1). Ces ressorts sont munis de vis de réglage S_1, S_2, S_3, qui permettent de centrer parfaitement le coussinet et de donner aux ressorts la tension convenable. A mesure qu'on tend un ressort, ses vibrations deviennent plus rapides ; en d'autres termes, sa période d'oscillation se raccourcit. Il importe ici que la période T de chacun des ressorts soit inférieure à la durée T′ d'un tour de l'arbre : de cette façon on n'a pas à craindre que les ressorts exercent

[1] *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1903.

sur l'arbre des impulsions dont le rythme, concordant avec celui des petits mouvements dus à un petit défaut de centrage de l'arbre, soit capable d'amener des oscillations exagérées. Mais, s'il faut tendre fortement les ressorts, on doit, par contre, les choisir assez flexibles, et voici pourquoi. Lorsqu'un ressort a l'une de ses extrémités fixe et l'autre attachée à une masse mobile M, beaucoup plus lourde que lui, l'inertie de cette masse impose au ressort des oscillations dont la période T″, toute différente de la période T, est proportionnelle à la racine carrée du rapport entre la masse M et le coefficient de flexibilité du ressort. La masse M est représentée, dans le cas actuel, par la masse du corps tournant. En prenant des ressorts très flexibles, on peut faire en sorte que T″ soit très grand vis-à-vis de la durée T′ d'un tour de l'arbre, et l'on n'a plus à se préoccuper des effets fâcheux qui se produiraient si T′ se rapprochait trop de T″.

En résumé, dans le dispositif adopté par M. Maurice Leblanc, la durée T′ est très supérieure à T et très inférieure à T″, de sorte que tout phénomène de synchronisme se trouve supprimé.

Il reste cependant à vaincre une difficulté, qui est la suivante : au moment de la mise en marche, la vitesse de rotation part de zéro pour atteindre progressivement sa valeur de régime. Il y a donc nécessairement un instant où T′ devient égal à T, et à cet instant, si l'on n'y prenait garde, les ressorts éprouveraient des mouvements désordonnés. Aussi M. Maurice Leblanc a-t-il reconnu la nécessité de caler les paliers pendant la mise en marche. Il y parvient, d'une façon très simple, en plaçant autour de l'arbre O trois butées B_1, B_2, B_3, dont les deux premières sont fixes tandis que la troisième peut monter ou descendre sous l'action d'une vis U. Dans l'état de régime, ces butées laissent à l'arbre un jeu de 2 à 3 dixièmes de millimètre, qui est suffisant pour ne pas gêner l'action des ressorts. Au départ, on serre la vis de façon à supprimer le jeu, qu'on rétablit après avoir franchi la vitesse critique. Il faut également, pour le même motif, supprimer le jeu lors du retour au repos. M. Maurice Leblanc fait d'ailleurs remarquer qu'on pourrait, bien aisément, faire commander les déplacements de la vis U par un tachymètre, de façon à rendre cette manœuvre automatique.

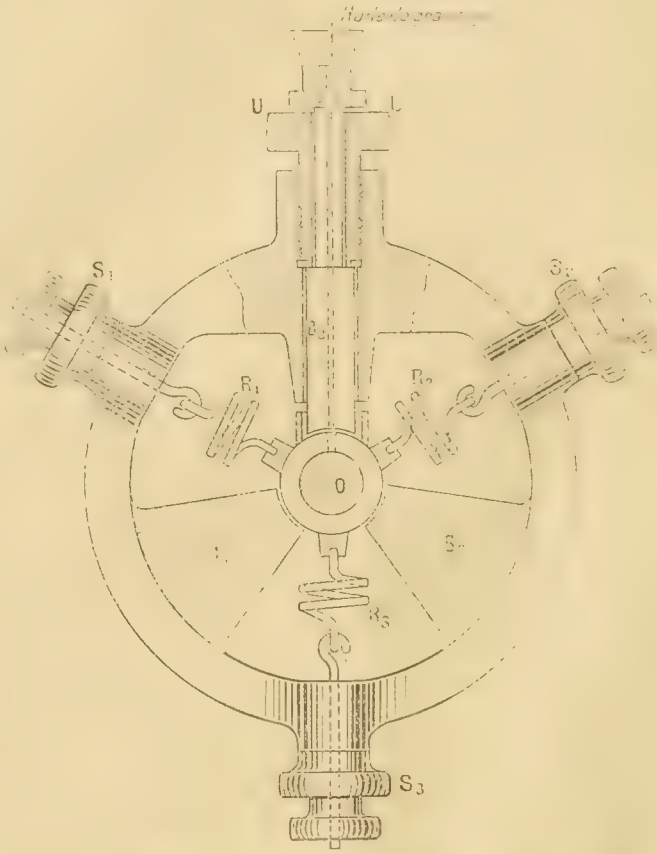


Fig. 1. — *Disposition donnée par M. Leblanc à l'axe des turbines à rotation ultra-rapide.* — O, axe; R_1, R_2, R_3, ressorts; S_1, S_2, S_3, vis de réglage; B_1, B_2, B_3, butées; U, vis réglant la butée B_3.

II

Les périodes T et T″ ne sont pas les seules dont il faille éviter l'égalité avec la durée T′ de la rotation. Tout corps solide est susceptible de vibrations dont les périodes dépendent de sa nature et de sa forme. Tel est, en particulier, le cas pour le *rotor*[1] d'une turbine.

Si l'une de ces périodes de vibration venait à coïncider avec T′, il se produirait des phénomènes désastreux de résonance. Le dispositif de M. Maurice Leblanc présente, à ce point de vue, un avantage marqué : on conçoit, en effet, que le rotor, ne trouvant aucun point d'appui rigide, ne puisse se déformer qu'en s'appuyant en quelque sorte sur lui-même. Tandis qu'avec deux points fixes AB l'axe de figure, sous l'action des forces centrifuges, se trouve fléchi tout entier d'un même côté de l'axe de rotation (fig. 2), la suppression des appuis

Fig. 2.

Fig. 3.

rigides a pour effet d'obliger les extrémités de l'axe de figure à s'écarter de l'axe de rotation en

[1] Dans une machine rotative quelconque, on appelle *rotor* la partie tournante et *stator* l'ensemble des parties fixes.

sens inverse de la partie moyenne M (fig. 3). Il s'établit ainsi deux nœuds α, β, intermédiaires entre A et B. C'est dire que la rapidité des vibrations est augmentée, et que la période correspondante est par suite raccourcie.

M. Maurice Leblanc estime qu'on peut, dans ces conditions, communiquer à un rotor une vitesse de rotation égale aux trois quarts de sa première vitesse critique propre : il ajoute que, si le rotor repose sur des coussinets supportés eux-mêmes par des ressorts très souples, la masse totale des coussinets et des ressorts étant très petite par rapport à celle du rotor, cette limite de vitesse est suffisante pour tous les besoins de la pratique.

Il ne suffit pas de laisser à l'arbre du rotor une certaine liberté ; il importe, en outre, que ce corps soit aussi bien équilibré que possible autour de son axe : sans quoi les ressorts fatigueraient vite et les coussinets risqueraient de s'échauffer.

Il est impossible aux constructeurs de réaliser mathématiquement l'équilibrage; mais M. Maurice Leblanc a découvert un moyen de faire en sorte que les forces centrifuges se chargent elles-mêmes, pendant la marche, de corriger ce départ : il a imaginé l'emploi d'*équilibreurs automatiques*. Pour bien comprendre le principe de ces appareils, considérons d'abord un disque D (fig. 4), de forme quelconque, tournant dans son plan autour d'un point très voisin de son centre de gravité G, et supposons qu'une masse de petites dimensions, une bille métallique, par exemple, puisse se mouvoir à l'intérieur d'une rainure circulaire ayant pour centre un point O du disque. Il est clair que, sous l'action de la force centrifuge, la bille tend à se porter le plus loin possible du centre de rotation G. Dans cette position, sa masse déplace le centre de gravité du système et l'amène en un point G', situé entre G et B : elle augmente donc l'écart entre le centre de gravité du système et l'axe de rotation, en sorte qu'elle aggrave le défaut d'équilibrage.

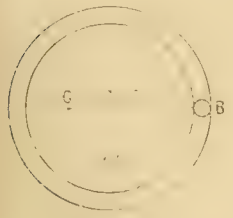


Fig. 4.

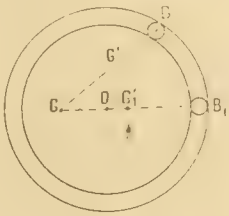


Fig. 5.

Il n'en va plus de même si le disque ne possède aucun point fixe : dans ces conditions, en effet, la rotation ne peut se produire qu'autour du centre de gravité général, c'est-à-dire autour du point G', et la force centrifuge tend à placer la bille B le plus loin possible de G'. Or, pour une position quelconque de la bille dans la rainure qui lui sert de guide, le point G' se trouve (fig. 5) entre les deux points G et B, à une distance G'B du point B égale à $GB \times \frac{M}{M+m}$, M et m désignant les masses du disque et de la bille.

Le maximum de G'B a donc lieu en même temps que celui de GB, c'est-à-dire quand la bille se

Fig. 6.

trouve en B_1 *sur le prolongement* de GO et le centre G' se place alors en G'_1, à la distance $B_1G \times \frac{m}{M+m}$ du point G, en sorte que — pourvu que $\frac{m}{M+m}$ ne soit pas trop grand — le centre de gravité de l'ensemble se trouve plus rapproché du centre de figure O que si la bille était supprimée.

On possède ainsi un moyen de rapprocher, pendant la marche, le centre de gravité du centre de figure. Maintenant, au lieu de la bille dont il vient d'être question, employons, avec M. Maurice Leblanc, un tore creux (fig. 6) ayant son centre sur l'axe du rotor, et partiellement rempli de mercure. Cette masse mercurielle jouera un rôle analogue. Pour amortir les mouvements du mercure, on cloisonne l'intérieur du tore par une série de palettes *b* en acier (fig. 7) dirigées radialement. Chaque pa-

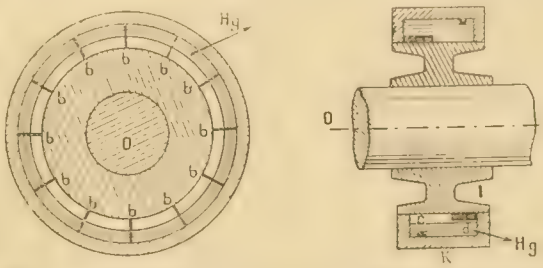


Fig. 7. — *Equilibreur automatique de M. Maurice Leblanc.* — O, axe; K, tore creux; b, b, palettes radiales; c, d, échancrures; Hg, mercure.

lette est munie, vers l'extérieur, d'une petite échancrure *c* permettant au mercure de passer avec lenteur. Une autre échancrure *d*, placée vers l'intérieur, laisse passer l'air ou le liquide visqueux qui achève de remplir le tore. Généralement, chaque

équilibreur est composé de tores K_1, K_2, K_3, K_4, de diamètres croissants (fig. 8), en vue d'augmenter la puissance de l'appareil.

En disposant un équilibreur de ce genre vers chacune des extrémités de l'axe du rotor, on amène l'axe naturel de rotation à ne s'écarter, pendant la marche, de l'axe de figure que d'une quantité négligeable.

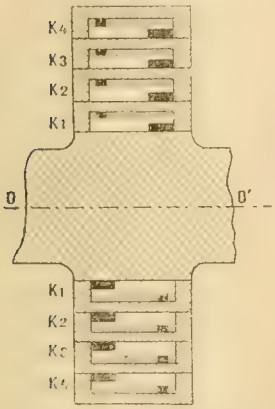


Fig. 8. — *Ensemble de l'équilibreur automatique.* — K_1, K_2, K_3, K_4, tores creux de diamètres croissants.

Les équilibreurs, en rendant imperceptibles les mouvements de l'axe de figure, permettent de réduire autant qu'on le veut le jeu existant entre le rotor et le stator qui l'enveloppe. Un jeu, même assez fort, est sans inconvénient dans le cas des turbines à vapeur à action, parce que les jets de vapeur arrivent sur elle avec une pression sensiblement égale à celle de l'atmosphère et n'ont, par conséquent aucune tendance à fuir. Mais, ainsi que nous le verrons dans un instant, on peut avoir à faire tourner très rapidement d'autres genres d'appareils.

III

Dans certaines applications, il s'agit de mouvoir plusieurs rotors montés sur un même axe et entre lesquels peuvent se trouver placés des arbres rigides de transmission. Le passage d'un arbre rigide à un rotor monté sur coussinets élastiques exige l'interposition d'un arbre flexible. Le rôle dynamique des arbres flexibles est fort compliqué, M. Maurice Leblanc a présenté à cet égard une théorie nouvelle, fort ingénieuse, que nous ne pouvons développer ici, mais dont nous devons indiquer au moins le principe.

Soit un rotor AB (fig. 9), porté par un arbre

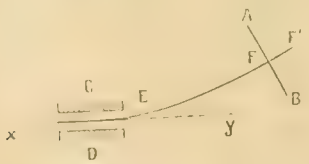


Fig. 9.

flexible EF, qui prolonge un arbre rigide guidé par des paliers fixes C,D. Quand l'état de régime est établi, l'arbre flexible conserve une figure invariable, mais peut tourner avec une certaine vitesse α autour de l'axe xy de l'arbre rigide. Celui-ci tourne avec une vitesse ω. En même temps, le rotor tourne lui-même avec une vitesse moyenne φ autour de la tangente FF' à l'axe flexible, tangente entraînée par la rotation α. Si l'on suppose d'abord que α soit nul, chaque tour de l'arbre rigide correspond nécessairement à un tour du rotor, en sorte que l'on a alors $\omega = \varphi$. Un autre cas extrême est celui où EF tourne autour de xy avec la vitesse ω : alors l'arbre flexible n'éprouve aucune torsion, c'est-à-dire que φ est nul. On voit que, dans un cas comme dans l'autre, la somme $\alpha + \varphi$ est égale à ω, ce qu'on peut écrire : $\varphi = \omega - \alpha$. La théorie du mouvement relatif permet de reconnaître que cette relation est générale : car on peut ramener EF à l'immobilité, sans changer le mouvement relatif, en imprimant à tout le système la rotation $-\alpha$ autour de xy : cette opération change ω en $\omega - \alpha$ sans altérer φ, et l'on se trouve ainsi ramené au premier cas, d'où :

$$\varphi = \omega - \alpha. \tag{1}$$

Dans le mouvement réel du système, il n'y a, *a priori*, aucune raison pour que α soit nul ou égal à ω, et, en supposant ω donné, on se trouve en présence de deux inconnues, φ et α. Il faut donc une seconde relation.

Pour l'obtenir, M. Maurice Leblanc fait intervenir la résistance de l'air : il remarque que cette résistance doit opposer au mouvement du système un couple sensiblement égal au produit du carré de la vitesse du point F par la distance ρ de ce point à l'axe xy. La vitesse du point F étant $\alpha\rho$, le couple dont il s'agit peut être représenté par $q\rho^3\alpha^2$, q désignant une constante. Le travail absorbé ainsi par la résistance de l'air est $q\rho^3\alpha^3$. Un travail équivalent doit être fourni au rotor par l'intermédiaire de l'arbre flexible. Soit C le couple de torsion exercé sur cet arbre par l'arbre rigide. Le travail de ce couple est, en une seconde, égal à $C\omega$. Il se décompose en deux parties : l'une, égale à $q\rho^3\alpha^3$, est absorbée, ainsi qu'il vient d'être dit, par la résistance de l'air ; le surplus, soit $C\omega - q\rho^3\alpha^3$, est employé à déformer l'axe flexible. M. Maurice Leblanc admet que ce travail de déformation est égal, en une seconde, à la vitesse $\omega - \alpha$ qui cause la déformation, multipliée par une certaine fonction $f(\rho)$ de la flèche de déformation ; cette fonction représente le moment résistant dû à la torsion.

On est ainsi conduit à la relation :

$$C\omega - q\rho^3\alpha^3 = f(\rho)(\omega - \alpha).$$

Remarquons maintenant que, d'après le théorème des moments des quantités de mouvement, la constance de ω exige que la somme du moment des forces extérieures soit nulle par rapport à xy, d'où $C = f(\rho)$, et par suite :

$$q\rho^3\alpha^2 = f(\rho). \tag{2}$$

Ce calcul introduit la nouvelle inconnue ρ, ce qui exige une équation de plus. Ici, M. Maurice Leblanc distingue deux cas. Dans le premier, le système tourne autour de xy sans éprouver de déformation, d'où $\omega = \alpha$. Le centre de gravité du rotor est alors sollicité par la force centrifuge, qu'on peut représenter par $M\omega^2(\rho + \delta)$, en appelant M la masse du rotor, et δ la distance du centre de gravité à l'axe de figure. Cette force centrifuge est équilibrée par une force de rappel $\alpha\rho$, due à la flexion de l'axe. On peut donc poser :

$$M\omega^2(\rho + \delta) = \alpha\rho. \tag{3}$$

Il faut remarquer que, dans ce premier cas, le couple tendant à produire la déformation n'atteint pas une valeur suffisante pour vaincre les frottements intérieurs de l'arbre flexible, en sorte que l'égalité (2) disparaît : elle est remplacée par la condition $\omega = \alpha$.

Dans le second cas, qui se réalise dès que la vitesse ω atteint une valeur suffisante, ω devient différent de α; l'égalité (2) entre en jeu, et, de plus, on peut écrire que la vitesse de précession α développe sur le rotor, en même temps qu'il tourne sur lui-même avec la vitesse $\omega - \alpha$, un couple gyroscopique dont l'effet s'ajoute au couple dû à la flexion de l'axe pour combattre l'effet de la force centrifuge : d'où une condition, qui, jointe aux équations (1) et (2), détermine les inconnues φ, α et ρ.

Le problème des rotations rapides se trouve ainsi résolu au point de vue théorique aussi bien qu'au point de vue pratique, et l'on peut dire qu'actuellement on n'est plus limité, dans la voie de l'accroissement de vitesse, que par le degré de résistance des métaux employés. Il existe des aciers nickelés et chromés, non cassants, dont la limite d'élasticité dépasse 160 kilogs par millimètre carré, et qu'on peut faire travailler sans danger au taux de 40 kilogs. Ces aciers permettent de donner à un rotor, d'une forme convenablement étudiée, une vitesse circonférencielle de 460 mètres par seconde.

IV

En dehors des turbines, l'emploi des grandes vitesse a permis à M. Maurice Leblanc de construire des compresseurs rotatifs présentant, sous un faible volume, une puissance considérable. Pour que la force centrifuge ne déforme pas les ailettes, on donne à celles-ci la forme de palettes planes, implantées radialement. M. Maurice Leblanc a d'abord employé des ailettes en fibre de ramie agglutinée et vernie à l'acétate de cellulose. Le calibrage s'effectuait automatiquement, pendant la rotation, par le frottement du stator sur les extrémités des ailettes. Plus tard, ayant réussi à se procurer un métal suffisamment résistant, il a adopté des ailettes métalliques dont la section varie en fonction de la distance à l'axe, de façon à réaliser un solide d'égale résistance à la force centrifuge. Le maximum d'épaisseur, atteint au talon de l'ailette, c'est-à-dire dans la section la plus rapprochée de l'axe, n'est que d'une fraction de millimètre. La force centrifuge procure, malgré cette extrême minceur, une rigidité largement suffisante.

Une autre application, indiquée également par M. Maurice Leblanc, concerne les rotors de dynamos. Cette application n'existe encore qu'à l'état de projet, étudié sur les bases suivantes : rotor à collecteurs, avec deux pôles seulement pour ne pas multiplier inutilement les variations de flux; enroulement du genre Gramme, présentant l'avantage que les conducteurs de connexion se trouvent maintenus par l'anneau de tôle qu'ils contournent; conducteurs en aluminium étamé. La principale difficulté est d'obtenir des tôles joignant une bonne résistance mécanique à un coefficient d'hystérésis aussi petit que possible et à une grande résistivité électrique. On ne peut employer l'acier trempé, parce que les variations d'aimantation ne tarderaient pas à faire perdre la trempe, et il en résulte un fort abaissement de la limite d'élasticité. Jusqu'à présent, les meilleurs résultats ont été fournis par un acier à 1,87 °/₀ de silicium, ayant une limite d'élasticité de 47 kilogs et rompant sous la charge de 69 kilogs, avec un allongement de 25 °/₀.

La dynamo à rotation rapide aura, si l'on parvient à la réaliser, l'avantage de pouvoir être conduite directement par une turbine à action. Son faible encombrement la rendra précieuse dans certains cas, notamment à bord des navires.

Il est probable que l'emploi des nouveaux procédés est appelé à se généraliser. Peut-être conduira-t-il à la réalisation, tant cherchée aujourd'hui, de la turbine à combustion interne (turbine à gaz ou à pétrole). Mais ici les difficultés sont grandes. M. Maurice Leblanc croit qu'on n'obtiendrait un bon rendement qu'à condition de posséder des matériaux susceptibles de supporter une vitesse tangentielle de 800 mètres par seconde : on est encore loin de là. Il semble qu'une pareille résistance ne pourrait être fournie que par un métal réellement homogène, à la différence de l'acier actuel qui est un magma de globules de fer plus ou moins fortement cimentés. M. Maurice Leblanc suggère, pour rendre l'acier homogène, de le fondre à la température énorme que procurerait un arc électrique soumis à une haute pression. Voilà un beau problème posé aux physiciens et aux métallurgistes.

L. Lecornu,
de l'Académie des Sciences.

LE MAGNÉTON

I. — Le moment moléculaire.

Les forces magnétiques peuvent, ainsi que les forces électriques, être représentées comme émanant de centres portant une certaine quantité de magnétisme ou d'électricité. Mais, tandis que l'électricité négative peut être séparée et portée à une distance quelconque de l'électricité positive, les quantités qui forment les pôles nord et sud d'un aimant sont invariablement liées l'une à l'autre et à la matière. C'est ce qu'apprend l'expérience de l'aimant brisé; si on la pousse jusqu'à la molécule, celle-ci porte encore deux pôles contraires?

L'ensemble des propriétés d'un aimant, les phénomènes mécaniques, les phénomènes d'induction auxquels il donne lieu, s'expriment le plus simplement, non au moyen de la grandeur des pôles, mais au moyen du *moment magnétique*, c'est-à-dire du produit de la grandeur de l'un des pôles par leur distance. Dans un corps aimanté parallèlement dans toute son étendue, le moment magnétique est additif : le moment du tout est égal à la somme des moments des parties et, en particulier, à la somme des moments des molécules. Quand l'aimantation n'est pas uniforme, la proposition subsiste à la condition de substituer à l'addition algébrique l'addition géométrique d'après la règle du parallélogramme. Dans l'un et l'autre cas, on est conduit, en fin de compte, au *moment moléculaire* qui est produit, dans la conception d'Ampère, par les courants particulaires, et qui, dans celle de Weber, est une des données premières de la matière.

Bien que, après Ampère et Weber, les théories de Maxwell, d'Ewing et d'autres eussent fait un ample usage de la notion de moment moléculaire, cette quantité, il y a peu d'années, n'était encore connue pour aucune substance. Langevin, le premier, a fait, dans un mémoire sur lequel je reviendrai, un calcul qui contient en principe la détermination du moment magnétique de la molécule d'oxygène; mais les mesures anciennes sur lesquelles il s'appuie sont trop incertaines pour donner autre chose qu'une première approximation.

II. — La théorie du magnéton.

Certains faits bien connus étaient de nature à éveiller la curiosité et à orienter les recherches vers la détermination des moments moléculaires. Si le moment magnétique est une donnée première de l'atome, comment se fait-il que l'alliage de métaux non magnétiques puisse fournir les substances fortement magnétiques découvertes par Heusler? Comment se fait-il que le cuivre et la plupart des sels cuivreux soient diamagnétiques, alors que les sels cuivriques sont paramagnétiques? Comment se fait-il que l'effet des atomes qui confèrent, en général, le paramagnétisme aux combinaisons chimiques dans lesquelles ils entrent soit annulé, ou du moins fortement atténué, dans les combinaisons complexes dont le ferrocyanure est un exemple.

Le moment magnétique de l'atome n'a donc pas l'invariabilité qu'on lui a souvent attribuée implicitement, et, s'il varie, les lois suivant lesquelles se produit cette variation méritent d'être connues.

Lorsque, par des mesures dont le détail va suivre, je fus en possession d'un certain nombre de moments moléculaires, une loi très simple m'apparut : *Les atomes des corps magnétiques peuvent prendre, en général, plusieurs moments magnétiques bien déterminés, différents les uns des autres. Tous ces moments, qu'ils appartiennent au même atome ou à des atomes différents, sont des multiples entiers d'un même moment élémentaire, auquel j'ai donné le nom de magnéton.*

J'ai déduit, il y a deux ans[1], la proposition ci-dessus de moments magnétiques de quatre origines différentes, à savoir ceux :

des corps ferromagnétiques aux très basses températures;

des corps ferromagnétiques aux températures au-dessus de celle de la perte du magnétisme fort;

des corps paramagnétiques dissous;

des corps paramagnétiques solides.

Ces déterminations, quoique d'une précision très inégale, formaient dans leur ensemble un faisceau de preuves que j'ai jugé solide. Mais, pour un contrôle plus serré, de nouvelles expériences étaient nécessaires. Je vais reprendre successivement chacune de ces sources, exposer succinctement les expériences anciennes et montrer ce qu'ont ajouté les mesures faites depuis lors.

III. — Les corps ferromagnétiques aux basses températures.

Quand on aimante une substance à saturation, il semble, à première vue, que l'on oriente parallèlement tous les aimants moléculaires. Mais ce n'est

[1] *Comptes Rendus. Acad. Sc.*, t. CLII, p. 184; 1911. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 4e pér., t. XXXI, p. 401; 1911. *J. de Phys.*, 5e s., t. I, p. 900 et 965; 1911.

qu'une apparence. En réalité, dans un solide comme dans un gaz, les molécules sont soumises à l'agitation thermique et ce phénomène comprend non seulement des mouvements de translation, mais encore des mouvements de rotation. Ces derniers font changer constamment la direction de l'axe magnétique et le moment magnétique se présentera, en général, dans la direction du champ magnétisant avec un certain raccourci.

Pour l'avoir en vraie grandeur, il faudra observer dans le voisinage du zéro absolu; mais, même aux très basses températures, il faudra employer des champs intenses pour surmonter l'effet de l'anisotropie des cristaux dont se composent même les substances isotropes en apparence.

C'est pourquoi, en 1909, nous nous sommes proposé, H. Kamerlingh Onnes et moi[1], de mesurer l'aimantation à saturation des ferromagnétiques dans l'hydrogène liquide, à la température de 20° absolus. Pour le fer et le nickel, l'expérience a pleinement réussi, tandis que pour le cobalt l'aspect des courbes montrait avec certitude que la saturation n'avait pu être atteinte par suite de phénomènes magnétocristallins. Le cas de la magnétite était douteux et inspirait des réserves. Nous avons trouvé pour le moment de l'atome-gramme :

Fer.	12.360
Nickel	3.370

Nous nous sommes posé la question de la rationalité des rapports entre les moments atomiques et nous avons conclu négativement.

Si nous avions fait la comparaison, non sur les nombres bruts avant diverses petites corrections, mais sur les nombres définitifs, peut-être aurions-nous été frappés de l'extrême exactitude avec laquelle le rapport 11 : 3 est réalisé. On a en effet :

Fer.	12.360 = 11 × 1123,6
Nickel	3.370 = 3 × 1123,3

Ces mesures sont plus précises en valeur absolue et relative que la plupart de celles dont il sera question plus loin; je leur emprunte la valeur de la partie aliquote commune, du magnéton-gramme — 1123,5.

En divisant par le nombre $6{,}8 \times 10^{23}$ des molécules dans la molécule-gramme, on obtient le magnéton lui-même :

$$16{,}5 \times 10^{-23}$$

C'est le moment du petit aimant élémentaire contenu 11 fois dans l'atome de fer, 3 fois dans l'atome de nickel.

La figure 1 résumait l'état de la question lors d'une publication précédente[1]. Elle représente une grille dont les barreaux sont à une distance de 1 magnéton les uns des autres. Les traits pleins représentent les nombres pairs, les traits pointillés les nombres impairs. Comme cette grille a été construite avec la valeur du magnéton déduite des nombres ci-dessus, les moments atomiques du nickel et du fer, représentés par des flèches, se trouvent par définition sur les barreaux. Les points portés sur les lignes horizontales représentent diverses séries d'expériences.

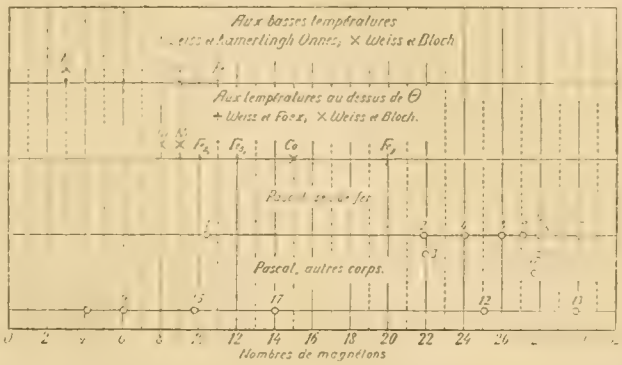


Fig. 1. — *Nombre de magnétons dans différents métaux et sels magnétiques.* — 1, Ferricyanure de K et Am; 2, Pyrophosphate le Fe et Am; 3, Citrate de Fe et Am; 4, Ferripyrophosphate le Na; 5, Ferrimétaphosphate de Na; 6, $FeCl^2$; 7, Sulfate ferrique; 8, Ferrométaphosphate de K; 9, Ferro-oxalate de Na; 10, Ferropyrophosphate de Na; 11, Sulfate ferreux; 12, $Co\,Cl^2$; 13, Sulfate de Mn; 14, $KMnO^4$; 15, $Cu\,SO^4$; 16, $Cu\,SO^4$ ammoniacal; 17, Sulfate uraneux.

C'est l'étude des alliages des trois métaux ferro-magnétiques entre eux qui a permis de combler la lacune présentée par le cobalt et d'ajouter quelques nouvelles valeurs de moments atomiques. Les ferro-nickels ont été étudiés par Hegg[2], les nickel-cobalts par Bloch[3] et les ferrocobalts par Preuss[4]. Les alliages ont été échelonnés de 10 en 10 °/₀ et les observations étendues jusqu'à la température de l'air liquide, ce qui est suffisant. J'ai porté dans la figure 2, en fonction de la composition atomique, les moments atomiques exprimés en nombres de magnétons pour ces trois séries d'alliages.

On reconnaît que, dans les nickel-cobalts, le moment atomique varie linéairement, et suit par conséquent la loi des mélanges. Pour le cobalt et les deux alliages les plus riches en cobalt seulement, il y a un certain écart, représenté en poin-

[1] Pierre Weiss et H. Kamerlingh Onnes : *Comm. Leiden.* n° 114; 1910, et *J. de Phys.*, 4e s., t. IX, p. 555; 1910.

[1] *Conf. Soc. franç. de Phys.* Les Idées modernes sur la constitution de la matière, p. 332; 1913.

[2] Hegg : *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e pér., t. XXIX, p. 592; *Thèse Zurich*, 1910.

[3] Bloch : *Thèse Zurich*, 1912.

[4] Preuss : *Thèse Zurich*, 1912.

tillé, qui s'explique quand on examine les courbes de l'aimantation en fonction du champ. On reconnaît alors, en effet, que ces matières sont trop dures magnétiquement pour être saturées, comme nous l'avions déjà fait remarquer pour le cobalt pur. Mais la ligne droite est suffisamment bien déterminée par les autres points pour permettre une extrapolation vers le cobalt pur, au moyen de laquelle Bloch donne :

Cobalt. . . . . 8,925 magnétons.

c'est-à-dire 9, au degré de précision de l'expérience.

L'étude des deux autres séries d'alliages a révélé

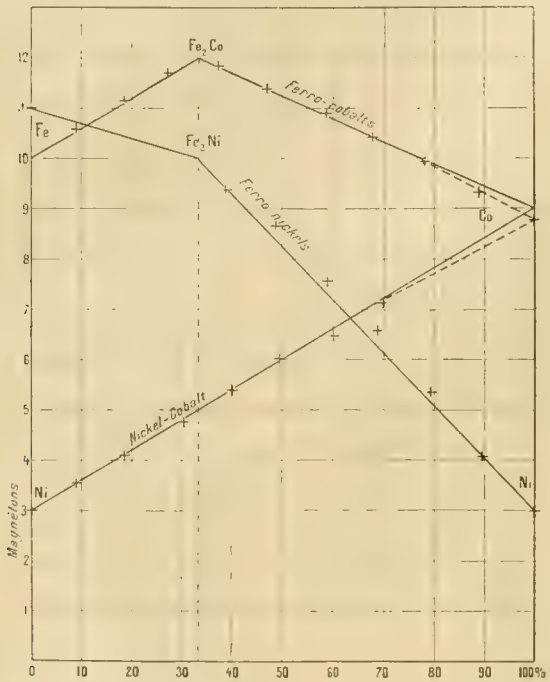


Fig. 2. — *Moments atomiques en nombres de magnétons pour les alliages Ni-Co, Fe-Ni et Fe-Co.*

l'existence des combinaisons définies Fe^2Co et Fe^2Ni. Les moments atomiques sont représentés par des lignes brisées à l'abscisse correspondant à ces combinaisons. L'extrapolation de la ligne droite des ferrocobalts jusqu'au cobalt pur a fourni à Preuss une deuxième détermination du moment atomique de ce corps ; il trouve d'accord avec Bloch :

Cobalt . . . . . 8,97 magnétons.

Mais cette série présente encore deux particularités fort remarquables. Dès le début de ses expériences, Preuss avait remarqué que certains de ses alliages étaient plus magnétiques que le fer. En effet, l'intersection des deux droites du diagramme donne pour la combinaison :

Fe^2Co . . . . 12,0 magnétons par atome.

Le magnétisme de cette substance dépasse donc notablement celui du fer pur, qui n'a que 11 magnétons par atome. En tenant compte de sa densité un peu supérieure à celle du fer, de la différence des poids atomiques du fer et du cobalt, du fait que la variation thermique du zéro absolu à la température ordinaire n'est pas tout à fait la même pour les deux corps, on trouve que la nouvelle substance possède, à la température ordinaire, une aimantation à saturation de 10 °/₀ supérieure à celle du fer pur.

On conçoit que cette matière soit appelée à rendre des services toutes les fois qu'il s'agit d'obtenir une grande concentration du flux d'induction. Après l'avoir préparée par quelques grammes pour les premières expériences, nous avons répété la préparation par centaines de grammes, et finalement M. de Freudenreich a pu, en surmontant de réelles difficultés, fondre, par les seuls moyens du laboratoire, des lingots de plus de 10 kilogs. Le magnétisme de tous ces produits a été contrôlé et a été régulièrement trouvé conforme aux prévisions. Grâce à l'obligeance de la Société « Le Fer » de Grenoble, nous avons eu à notre disposition du fer électrolytique d'une pureté exceptionnelle. Dans les dernières fontes, nous avons employé du cobalt commercial à 98,5 — 99 °/₀. Malgré la pureté moindre de cette dernière matière, nous avons gagné jusqu'à 9,7 °/₀ sur le fer pur.

Jusqu'à présent, la seule application qui ait été faite de cette intéressante substance a été d'augmenter la puissance des électro-aimants de laboratoire. En faisant tout le circuit magnétique en ferrocobalt, on gagnerait 10 °/₀ sur le champ. Mais, même en se bornant à munir les pièces polaires de pointes du nouvel alliage, on obtient encore un gain appréciable. Ainsi, avec moins de 1 kilog de ferrocobalt, j'ai atteint 55.170 gauss dans les conditions où, avec les pièces polaires en fer, on n'obtenait que 52.580 gauss. La comparaison est plus éloquente si l'on oppose les puissances nécessaires pour obtenir le même champ avec et sans ferrocobalt : le même champ est obtenu sans ferrocobalt en dépensant 22 kilowatts, avec les pointes en ferrocobalt en dépensant le quart de cette puissance, soit 5,5 kilowatts seulement.

L'autre particularité curieuse du diagramme fer-cobalt consiste en ce que la droite représentant la variation du moment atomique en fonction de la composition dans l'intervalle Fe-Fe^2Co passe non par le point 11 magnétons, correspondant au fer pur, mais notablement au-dessous et donne pour le fer pur comme limite des alliages de fer et de cobalt :

Fe'. . . . . 10,0 magnétons.

Ce diagramme fait donc connaître un nouvel

état du fer qui n'existe pas à l'état de pureté, mais seulement en solution solide avec Fe^2Co. Nous verrons plus loin que le fer à l'état β_2 possède également 10 magnétons par atome.

La série d'expériences sur les ferronickels, la première en date, est moins précise que les deux autres. Ce n'est qu'en en rapprochant les données sur les propriétés au-dessus du point de Curie que j'ai reconnu l'existence de la combinaison Fe^3Ni. Aussi, si ces mesures ont été reproduites dans la figure, c'est moins pour leur valeur démonstrative qu'à titre de complément. Au degré de leur précision, elles s'accordent d'une manière satisfaisante avec l'interprétation suivante. Le fer à 11 magnétons forme une série de solutions solides avec la combinaison Fe^3Ni possédant 30 magnétons dans la molécule, soit 10 par atome. Cette combinaison forme à son tour une série de solutions solides avec le nickel à 3 magnétons. Dans les limites de ces solutions solides, le moment atomique obéit à la loi des mélanges.

IV. — Détermination des moments moléculaires des corps purement paramagnétiques.

A côté des corps fortement magnétiques, dans lesquels le parallélisme complet des aimants élémentaires peut être obtenu avec une approximation suffisante, il existe un nombre beaucoup plus considérable de substances qui possèdent des moments moléculaires comparables et même souvent supérieurs à ceux des ferromagnétiques, mais qui ne manifestent que des propriétés magnétiques faibles, parce que tout ce que l'on peut atteindre au moyen des champs dont on dispose est une faible prédominance des moments moléculaires dans la direction du champ.

On ne peut donc mesurer directement ces moments; mais, si l'on connaît le mécanisme du phénomène, on peut les calculer à partir des données expérimentales. Rappelons que, à une température déterminée, le moment magnétique que prend l'unité de masse d'une telle substance est proportionnel au champ et que le quotient de ce moment par le champ porte le nom de coefficient d'aimantation. Il résulte des expériences de Wiedemann, de Plessner et, d'une manière plus systématique, de celles de Curie que, pour un grand nombre de corps, ce coefficient est en raison inverse de la température absolue. C'est la loi de Curie. Le produit de ce coefficient par la température absolue est donc une constante, la constante de Curie. Langevin, qui a donné la théorie cinétique des gaz magnétiques et, en même temps, des corps dans lesquels la mobilité de rotation des molécules est parfaite, a retrouvé la loi de variation thermique du coefficient d'aimantation et a montré comment on peut en déduire l'aimantation à saturation. On peut mettre ce résultat sous la forme :

$$\sigma_{mo}^2 = 3RC_m, \tag{1}$$

ou σ_{mo} est le moment de la molécule-gramme, C_m la constante de Curie, R la constante des gaz parfaits, ces deux dernières quantités rapportées également à la molécule-gramme. J'appellerai purement paramagnétiques les corps qui obéissent à la loi de Curie; cette dépendance thermique sera le criterium qui montrera si la théorie s'applique. On s'attend *a priori* à trouver dans cette catégorie les gaz, les solutions salines, et peut-être les corps amorphes.

V. — Détermination des moments moléculaires des ferromagnétiques au-dessus du Point de Curie.

Parmi les corps auxquels la théorie cinétique de Langevin ne s'applique pas telle quelle sont en première ligne les ferromagnétiques, considérés au-dessus de la température de perte du magnétisme fort. C'est cette température que l'on appelle maintenant, comme de juste, *point de Curie*, en souvenir du beau travail qui, jouant dans la connaissance des phénomènes magnétiques le rôle qu'assument les recherches d'Andrews pour la compressibilité des fluides, a donné une vue d'ensemble des phénomènes de part et d'autre de cette température critique.

En introduisant dans la théorie cinétique les actions mutuelles des molécules sous la forme d'un *champ moléculaire*, j'ai pu étendre sa portée aux corps ferromagnétiques et obtenir une image fidèle des phénomènes qu'ils présentent tant en deçà qu'au delà du point de Curie. Ce champ moléculaire est défini comme étant proportionnel à l'intensité d'aimantation et dirigé comme elle, l'intensité d'aimantation étant elle-même le moment magnétique par unité de volume.

J'ai montré que, pour les corps qui possèdent un champ moléculaire, l'inverse du coefficient d'aimantation, dans les états faiblement magnétiques au-dessus du point de Curie, est proportionnel non à la température absolue, mais à l'excès de la température de l'observation T sur celle du point de Curie θ. Le produit de ce coefficient par cet excès $\chi(T - \theta) = C$ est donc une constante C qui, heureusement pour le but que nous poursuivons ici, est reliée au moment moléculaire par la même relation (1) que la constante de Curie; elle peut donc être commodément désignée par le même nom.

La figure 3 donne un exemple frappant de la

régularité avec laquelle cette loi de proportionnalité se manifeste. Elle représente, pour l'ensemble des ferrocobalts, de 10 en 10 %, $1/\chi$ en fonction de T. Sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient trop loin, remarquons en passant comment les changements d'état de la matière se manifestent par des discontinuités entre les droites successives.

Il reste à faire ici, en vue d'une distinction ultérieure, une remarque importante qui s'applique aussi bien aux paramagnétiques qu'aux ferromagnétiques au-dessus du point de Curie. Dans les métaux aux basses températures, l'expérience donnait la somme des moments magnétiques de la substance, et l'on pouvait, par une division, en déduire sans ambiguïté le moment d'un atome. Il n'en est plus de même lorsqu'on applique la théorie cinétique ; il faut connaître l'aimant élémentaire. Prenons un exemple : le résultat du calcul ne sera pas le même si l'on suppose un aimant élémentaire dans chaque atome de fer Fe ou s'il n'y en a qu'un, plus fort d'ailleurs, dans une molécule 3Fe composée de trois atomes assemblés rigidement. Si, dans le premier cas, on trouve n magnétons par atome, dans le deuxième on en trouvera $n\sqrt{3}$ par molécule 3Fe, et par conséquent, le tiers $\frac{n}{\sqrt{3}}$ par atome Fe.

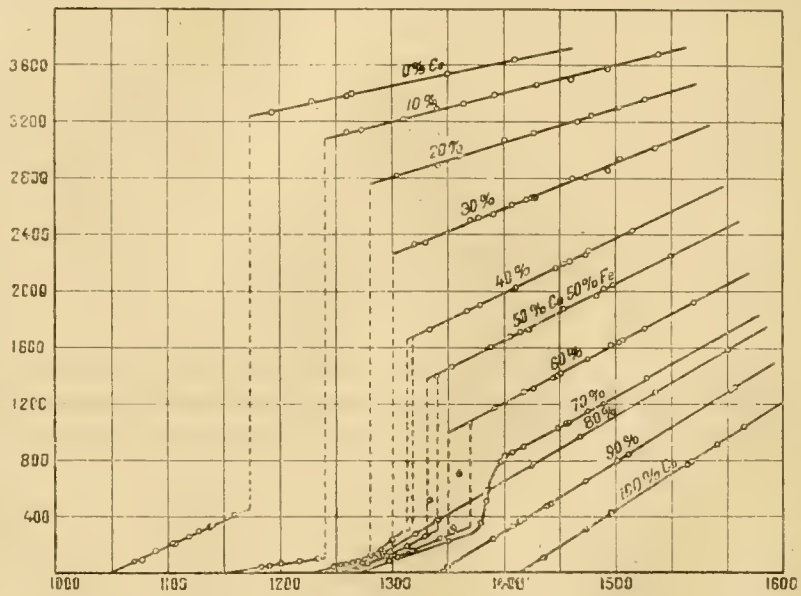


Fig. 3. — *Variation de $1/\chi$ en fonction de T pour les ferrocobalts.*

Dans presque tous les cas, le calcul a été conduit en admettant que chaque atome possède un aimant d'orientation indépendante, ou, comme je me suis exprimé dans les précédentes publications, c'est l'atome lui-même qui est la molécule magnétique. Les quelques cas où j'ai été amené à faire l'hypothèse contraire de plusieurs atomes assemblés rigidement pour former un aimant moléculaire seront mentionnées spécialement.

Depuis les premières recherches représentées dans la figure 1[1], plusieurs expérimentateurs ont répété les mesures anciennes[1] et y ont ajouté des données nouvelles. Ici comme aux basses températures, c'est notamment l'étude systématique des alliages qui est venue apporter un complément d'information. Dans cet ordre d'idées, une propriété des constantes de Curie, découverte au cours de ces études et d'ailleurs plausible *a priori*, a été particulièrement précieuse. Dans les solutions solides des métaux magnétiques entre eux, les constantes de Curie varient linéairement en fonction de la concentration. Tel paraît au moins être le cas, tant qu'il n'y a pas de complications.

L'un des corps les plus étudiés est le nickel. Il existe dans un premier état de 370° à 900°, que l'on peut désigner par β_1 et qui est caractérisé par 8 magnétons. A 900° il prend un nouvel état, dans lequel il a 9 magnétons. Chose singulière, dans la série des ferronickels reversibles, le nickel entre en combinaison non dans l'état β_1 à 8 magnétons, mais dans l'état β_2 à 9 magnétons, qu'il ne prend, lorsqu'il est pur, qu'à une température plus élevée de 500° environ. Cette particularité méritait à bon droit d'exciter la curiosité. Aussi a-t-elle été soumise par Renker à une nouvelle étude, en fractionnant l'intervalle de 0 à 10 % de nickel de Weiss et Foëx au moyen d'une série d'alliages de composition voisine.

Il a vérifié et précisé les faits, sans d'ailleurs réussir à pénétrer plus avant dans la compréhension de leur mécanisme.

Voici les nombres obtenus dans ces diverses recherches :

EXPÉRIMENTATEUR	SUBSTANCE	NOMBRE de magnétons
Weiss et Foëx. . . .	Nickel β_1, directement	8,03
Bloch	» » »	7,99
Renker	» » »	8,04
Renker	Nickel β_1, limite des ferronickels	8,05

[1] Weiss et Foëx : *Arch. des Sc. phys.*, 4e pér., t. XXXI, p. 4 et 89; 1911, et *J. de Phys.*, 5e s., t. I, p. 275, 744, 805.

[1] Bloch : *loc. cit.*; Preus : *loc. cit.*; Renker : Thèse Zurich, 1913.

EXPÉRIMENTATEUR	SUBSTANCE	NOMBRE de magnétons
—	—	—
	Nickel β_2,	
Weiss et Foëx. . . .	limite des ferronickels	9,03
Bloch	Nickel β_2, directement	8,96
Renker	» » »	8,93
	Nickel β_2,	
Renker	limite des ferronickels	8,96

Le cobalt n'est connu directement que dans un seul état, qui a été étudié deux fois:

EXPÉRIMENTATEUR	SUBSTANCE	NOMBRE de magnétons
		—
Bloch	Cobalt β, directement	15,01
Preuss.	» » »	14,99

Le fer se distingue des autres métaux en ce que le coefficient d'aimantation subit à deux reprises des discontinuités. Ce sont les transformations $\beta\ \gamma$ et $\gamma\delta$ que Curie avait déjà mises en évidence par ce caractère. C'est le seul cas de cette espèce; les autres changements d'état des corps ferromagnétiques aux températures élevées, dans la magnétite, le nickel, le fer lui-même, se manifestent non par une discontinuité, mais par un coude brusque entre les droites successives.

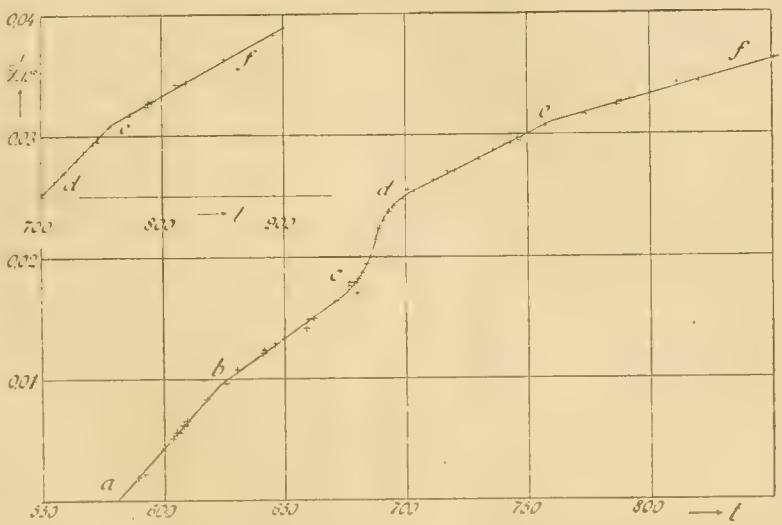


Fig. 4. — *Valeur de 1/χ pour la magnétite en fonction de la température.*

Etant donné ce caractère exceptionnel du fer, il n'est pas très surprenant de lui voir manifester des propriétés différentes de celles des autres corps. Les résultats obtenus pour le fer dans ses divers états, si on essaye de les calculer en admettant que l'aimant élémentaire est l'atome Fe, ne satisfont pas dans leur ensemble à la loi des nombres entiers. Par contre, l'accord se rétablit si l'on admet que dans les fers β l'aimant élémentaire est Fe^3, dans les fers γ Fe^2, et dans le fer δ Fe. Les coefficients d'aimantation des fers β_1 et β_2, trouvés d'une manière concordante par plusieurs expérimentateurs, comptent actuellement parmi les mieux déterminés. J'ajoute les nombres, un peu moins sûrs, relatifs à un fer β_3 que Preuss a trouvé comme limite des ferrocobalts, et dont Renker a confirmé l'existence avec des alliages préparés indépendamment.

OBSERVATEUR	SUBSTANCE	MAGNÉTONS par atome
—	—	—
Weiss et Foëx	Fer β_1, directement	12,08
Renker.	» » »	11,98
	Fer β_1,	
Renker	limite des ferrocobalts	11,97
Weiss et Foëx	Fer β_2, directement	10,07
Preuss	» » »	10,00
Renker.	» » »	10,05
	Fer β_2,	
Renker	limite des ferrocobalts	16,10
	Fer β_3,	
Preuss	limite des ferrocobalts	20,05
Renker	» » »	20,20

Il semble, d'après des expériences récentes de Honda et Takagi[1], que le magnétisme du fer γ tende à devenir sensiblement constant aux températures élevées. Il rentre ainsi dans la catégorie des corps à coefficient d'aimantation constant, dont les travaux de du Bois et Honda, de du Bois et Owen ont montré qu'elle compte parmi les corps simples d'assez nombreux représentants. Comme la théorie de cet état n'est pas faite, on ne saurait remonter de l'observation au moment moléculaire, et l'on ne peut qu'exclure de cette étude les substances présentant cette particularité. Par contre, on a pu déterminer plusieurs états paramagnétiques du fer γ comme limite des alliages; ainsi Weiss et Foëx ont indiqué, comme limite des ferronickels, un fer γ de 39,9 magnétons pour la molécule Fe^2 et, par suite, 19,95 par atome. Preuss en a trouvé un autre de 18,06 magnétons par atome comme limite des ferrocobalts. Mais je ne les cite qu'à titre d'indication, estimant que cette question du fer γ exige de nouvelles expériences. Quand elle sera tirée au clair et si, en outre, une mesure du coefficient d'aimantation du fer δ vient montrer que son aimant élémentaire est bien Fe, on pourra considérer la constitution des fers au-dessus du point de Curie comme établie.

En résumé, l'ensemble des déterminations sur les fers, au-dessus du point de Curie, s'accorde

[1] Honda et Takagi: *Tokio Science Reports*, t. I, p. 207; 1912.

bien avec la théorie du magnéton. Il convient de remarquer cependant que la valeur démonstrative de cette série est moindre que, par exemple, celle des nickels, puisque, dans le choix du groupement de molécules constituant l'aimant élémentaire, on s'est laissé guider précisément par le critérium des nombres entiers. Mais cette série suggère une remarque qui présente un certain intérêt : c'est que, quand nous avons calculé le nombre de magnétons d'une molécule Fe^3 ou Fe^2, nous avons toujours trouvé un nombre divisible par le nombre des atomes dans la molécule. Il n'y a donc pas de chevauchement des magnétons sur plus d'un atome. Il en sera de même dans le cas de l'oxygène, que nous rencontrerons plus loin.

Dans la catégorie des mesures que nous examinons ici rentrent celles de la magnétite, au moyen desquelles j'ai aperçu, pour la première fois, que la même molécule pouvait prendre différents moments magnétiques ayant entre eux des rapports rationnels. La figure 4 représente les inverses des coefficients d'aimantation de cette substance en fonction de la température. Les quatre droites *ab*, *bc*, *de*, *ef* représentent quatre états de la matière caractérisés par quatre constantes de Curie. On peut en ajouter une cinquième, empruntée aux expériences de Curie, qui n'a pas été représentée dans la figure. Les moments moléculaires qu'on en déduit sont entre eux comme :

$$1 : 1,23 : 1,52 : 2,00 : 2,51,$$

c'est-à-dire, au degré de précision des expériences, comme :

$$4 : 5 : 6 : 8 : 10.$$

Ces mesures n'avaient été utilisées qu'en valeur relative. Si l'on passe aux valeurs absolues, on doit trouver pour le nombre de magnétons correspondant à la première droite un nombre entier divisible par 4. On trouve 8,23. L'entier le plus voisin est bien divisible par 4, mais l'écart est appréciable. Il est probable qu'il y a une erreur par excès, provenant de ce que la correction du magnétisme de l'enveloppe en platine qui entourait la magnétite n'a pas été faite. Cette correction est précisément de l'ordre de grandeur qui expliquerait l'écart. De nouvelles mesures sont en préparation; elles ont été retardées par la difficulté qu'il y a à faire de la magnétite tout à fait pure et à contrôler sa pureté.

VI. — Le Magnéton dans les sels dissous.

La troisième et la quatrième ligne de la figure 1 représentent les nombres de magnétons calculés à partir des expériences de P. Pascal sur les solutions des sels paramagnétiques. Les points portés sur la troisième ligne se rapportent à 11 sels de fer, ceux de la quatrième aux sels d'autres corps. La régularité avec laquelle les moments moléculaires sont distribués saute aux yeux, tout particulièrement si l'on considère les cinq points équidistants 22, 24, 26, 28, 30 de la troisième ligne, dont certains sont même donnés par plusieurs sels de fer différents. Ces points se trouvent exactement sur les traits correspondant aux nombres entiers. Nous allons voir que, bien qu'évidemment la répartition des points reflète une loi, la concordance *numérique* était illusoire.

En effet, les mesures de Pascal sont rapportées à l'eau comme corps de comparaison. Or, à cette époque encore peu éloignée, les mesures du coefficient de l'eau étaient grossièrement discordantes. Pascal, suivant l'exemple de du Bois, adopta provisoirement une valeur moyenne $-0,75 \times 10^{-6}$. Cette valeur pouvait facilement être inexacte de quelques centièmes. Peu de temps auparavant, Curie avait donné $-0,79 \times 10^{-6}$. En réalité, on ne devait attribuer aux expériences de Pascal ni plus ni moins de valeur démonstrative que s'il y avait eu une différence de 2 %, par exemple, entre le magnéton que l'on en pouvait déduire et celui qui provient des métaux aux très basses températures.

Depuis lors, la constante de l'eau a été déterminée avec exactitude par Sève[1] et peu après, à ma demande et avec ma collaboration, par A. Piccard[2]. Ces deux déterminations ont été faites avec grand soin et concordent bien entre elles. Elles donnent une constante de l'eau voisine de $-0,719 \times 10^{-6}$, c'est-à-dire de 4 % inférieure à celle que Pascal avait admise. Ce changement déplace les points du diagramme et, en particulier, met les cinq points les plus caractéristiques au milieu des intervalles. Il ne s'agissait donc plus d'un doute, dont l'interprétation pouvait bénéficier, mais d'une contradiction formelle.

De nouvelles expériences devenaient nécessaires. J'ai proposé à MM. Cabrera et Moles[3] d'entreprendre une revision des résultats de Pascal sur les sels de fer. Ce travail, commencé à Zurich et continué à Madrid, a été fait avec grand soin, tant pour les mesures magnétiques dont s'était chargé Cabrera que pour la partie chimique que Moles avait assumée. La méthode employée était celle de l'ascension magnétique de Quincke. Le liquide à étudier se trouve dans un tube en U dont l'une des branches

[1] Sève : Thèse Paris, 1912.

[2] Weiss et Piccard : *Comptes Rendus*, t. CLV, p. 1234; 1912. Piccard : *Arch. Sc. phys. nat.*, 4e pér., t. XXXVI, pp. 209, 340, 458 ; 1913. Thèse Zurich, 1913.

[3] Cabrera et Moles : *Anales Soc. espan. de Fisica y Quimica*, t. X, p. 316 ; 1912. *Arch. Sc. phys. nat.*, 4e pér., t. XXXV, p. 425 ; 1913.

est dans l'entrefer d'un électro-aimant, l'autre au dehors. On mesure la dénivellation produite par l'établissement du champ. Cette méthode si séduisante a donné lieu à de nombreux mécomptes à cause des perturbations de l'ascension capillaire qui accompagnait le phénomène. Elle est devenue une méthode de haute précision, grâce à quelques perfectionnements apportés par Piccard à l'occasion de notre mesure de la constante de l'eau. La figure 5 représente le tube d'ascension sous la forme que Piccard lui a donnée. Il permet de réaliser deux conditions essentielles: 1° laver le ménisque par déversement en D, avant de le ramener en M pour l'observation; 2° ne pas laisser sécher le tube de verre entre le lavage chimique et le moment de la dessiccation. Cette dernière précaution est essentielle; le verre dissous qui se dépose sur la surface intérieure du tube au moment de la dessiccation paraît être la principale cause des perturbations. De plus, le tube est à double paroi dans le voisinage de M, de façon à maintenir la substance à une température exactement réglée au moyen d'une circulation d'eau T.

La dénivellation se mesure plus exactement et plus commodément, comme l'a déjà fait Ollivier, en maintenant immobile le ménisque dans le champ et en compensant la pression que le champ exerce sur le liquide par un déplacement du réservoir R dans lequel plonge la branche du tube extérieure au champ. Les mesures de Cabrera et Moles ont été ramenées aux valeurs absolues au moyen de la nouvelle constante de l'eau de Weiss et Piccard.

On savait, par des expériences plus anciennes de Koenigsberger, de Meslin, que le magnétisme des sels dissous varie avec la concentration, mais la loi de cette dépendance n'était pas exactement connue et l'on ne pouvait dire, par exemple, si les concentrations de 2 gr. 85 par litre de Pascal étaient déjà, au point de vue magnétique, voisines du cas limite des grandes dilutions. Cabrera et Moles se sont donc astreints à faire varier la concentration des sels étudiés dans des intervalles étendus. Ils devaient ainsi trouver les lois limites s'il y en avait.

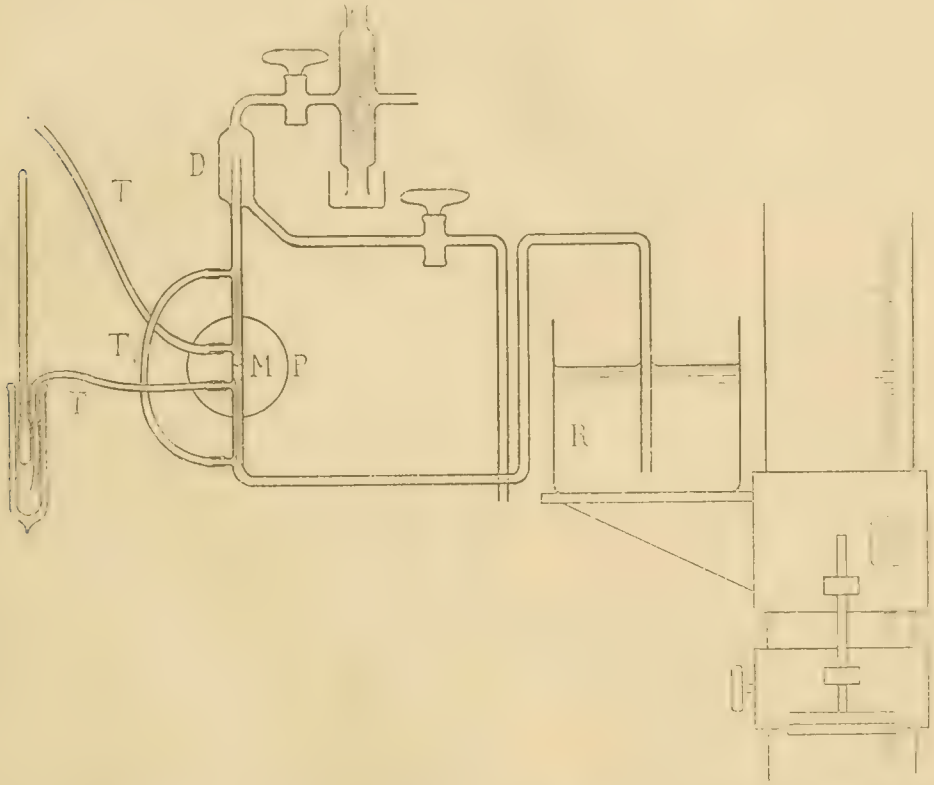


Fig. 5. — *Tube Piccard pour la détermination du coefficient d'aimantation par la méthode de l'ascension magnétique.* — M, tube d'ascension; R, réservoir; D, déversement; TT, circulation d'eau.

Parmi les causes possibles de complications se trouvent en première ligne l'hydrolyse et l'ionisation, c'est-à-dire la présence, dans une même dissolution, de molécules ou ions magnétiques de plusieurs espèces en quantités inconnues. En outre, les expériences de Kamerlingh Onnes et Perrier[1] sur les dissolutions d'oxygène et d'azote liquide l'un dans l'autre, des expériences inédites de Foëx sur

[1] *Compte Rendu des Séances de la Soc. suisse de Phys.*, sept. 1913.

les solutions des sels paramagnétiques, montrent que les solutions concentrées peuvent ne pas suivre la loi de Curie et que, dans quelques cas au moins, l'existence d'un champ moléculaire y est probable. Néanmoins on a calculé, pour la représentation des observations, les nombres des magnétons comme si ces complications n'existaient pas. Comme on s'en rendra compte, les cas où les hypothèses du calcul sont vérifiées résultent nettement de la physionomie des courbes.

La figure 6 représente le nombre de magnétons du chlorure ferrique Fe Cl^3 en fonction du nombre de molécules du corps dissous par gramme de la solution. Aux très faibles concentrations, lorsque l'hydrolyse est complète, le nombre de magnétons tend vers 27; aux grandes concentrations, il s'approche de 29. Si l'on considère la courbe comme un arc d'hyperbole, on trouve 28,9 pour la position de l'asymptote. Or 29 est précisément le nombre de magnétons déduit des expériences de Mlle Feytis

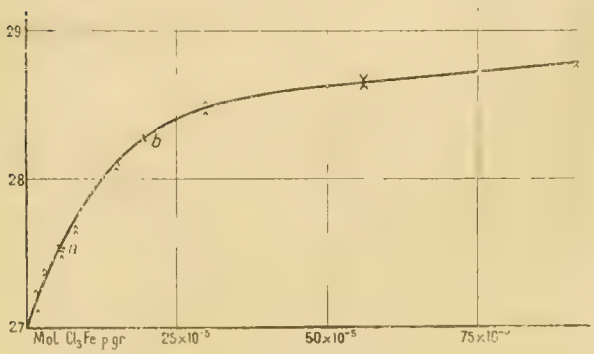


Fig. 6. — *Nombre de magnétons du chlorure ferrique en fonction du nombre de molécules du corps dissous par gramme de la solution.*

pour le chlorure ferrique solide. La conclusion qui s'impose est qu'il y a, aux concentrations extrêmes, deux espèces différentes de molécules magnétiques caractérisés par 27 et 29 magnétons, et aux concentrations intermédiaires des mélanges des deux.

Pour vérifier cette interprétation, Cabrera et Moles prirent comme point de départ de nouvelles séries d'expériences les solutions correspondant aux points *a* et *b* de la figure 6 et y ajoutèrent des quantités croissantes d'acide chlorhydrique qui, comme on sait, fait rétrograder l'hydrolyse. Le résultat de ces mesures est représenté dans les figures 7 et 8.

On y reconnaît que l'acide chlorhydrique a une double action. Il commence par provoquer la rétrogradation de l'hydrolyse, qui est achevée au coude *c*, situé dans le voisinage de 29 magnétons, puis il provoque aux concentrations plus fortes une modification subséquente de la molécule magnétique de fer. Ce changement ultérieurement se traduit par la courbe *c d* commençant par une partie sensiblement rectiligne. Si l'on prolonge cette partie jusqu'à l'axe des ordonnées pour débarrasser le premier effet de l'acide chlorhydrique de cet effet subsé-

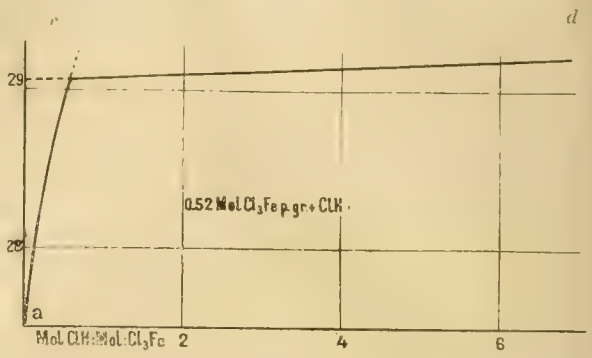


Fig. 7. — *Effet de l'addition d'HCl à une solution de $FeCl^3$ sur le nombre de magnétons.*

quent, on obtient plus exactement encore que par le coude le nombre de 29 magnétons de la substance non hydrolysée.

Pour rechercher lequel des deux ions de HCl intervient dans ces phénomènes, Cabrera et Moles ajoutèrent à la dissolution *a* de la figure 6 de l'acide azotique contenant l'ion H ou du chlorure de sodium contenant l'ion Cl. L'effet du premier de ces corps est sensiblement le même que celui de l'acide chlorhydrique représenté aux figures 7 et 8. L'action du chlorure de sodium est encore analogue, mais s'obtient par l'addition de quantités de matières incomparablement plus fortes. L'aimantation croît linéairement en fonction de la concentration en NaCl et atteint 29 magnétons. Il a été impossible d'augmenter encore la teneur en sel pour voir ce qui se passe au delà.

Ensuite, Cabrera et Moles ont entrepris l'azotate

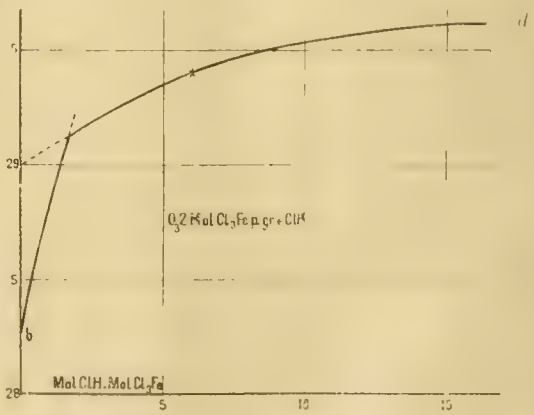


Fig. 8. — *Effet de l'addition d'HCl à une solution de $FeCl^3$ sur le nombre de magnétons.*

ferrique. Il manifeste des propriétés semblables à celles du chlorure. Aux grandes dilutions, il a 27 magnétons et présente, par l'addition d'acide

azotique, un coude brusque dans le voisinage de 29. L'expérience n'a pas été poussée assez loin du côté des fortes concentrations pour montrer si, là aussi, l'aimantation tend vers une valeur limite.

Le ferripyrophosphate de sodium, sel complexe, a un magnétisme moindre. Aux grandes dilutions, il part de la valeur 25 et augmente avec la concentration. Ici encore, seule une valeur limite des faibles concentrations a été mise en évidence.

Le sulfate ferrique, dont l'étude a été entreprise ensuite, s'est révélé particulièrement riche en phénomènes intéressants ; ils sont représentés dans la figure 9. La courbe A donne, comme précédemment en magnétons, l'aimantation de cette substance en fonction de la concentration. Il est remarquable qu'aux grandes dilutions on obtienne une limite caractérisée par 26 magnétons au lieu des 27 du chlorure et du nitrate, et qu'au contraire le sulfate tende vers 27 magnétons en solution très concentrée. La courbe B représente les états que prend la solution O' de la courbe A quand on y ajoute de l'acide sulfurique. Il se produit ici, sous un aspect nouveau, un phénomène qui rappelle l'effet de l'addition d'acide au chlorure et au nitrate. Le magnétisme augmente et, pour une quantité notable d'acide, atteint 29 magnétons.

En résumé, les expériences que nous venons de décrire ont donné, avec une bonne précision, comme cas-limites aux grandes ou aux faibles concentrations, soit du corps lui-même, soit de l'acide ajouté, les points 25, 26, 27, 29 de l'échelle des magnétons. Revenant aux expériences de Pascal, on se rend compte que, dans le cas du chlorure, il s'est produit un déplacement d'une unité dans le nombre des magnétons. Cabrera et Moles donnent 27 magnétons pour le chlorure entièrement hydrolysé et Pascal 28 pour le chlorure à 2 gr. 85 de fer par litre. Le changement d'échelle de 4 °/₀ sur les coefficients d'aimantation et de 2 °/₀, par conséquent, sur les moments moléculaires, provenant de la constante de l'eau, explique la moitié de la différence. Si on relève, sur la courbe de Cabrera et Moles, l'aimantation du sel à la concentration employée par Pascal, on trouve une valeur très voisine de 27,5 magnétons. L'effet de la concentration explique donc l'autre moitié.

Il est à supposer que, pour les autres points de Pascal, il s'est produit quelque chose d'analogue et que la série a été déplacée en quelque sorte d'une pièce. Mais il n'est pas possible, actuellement, de poursuivre dans le détail cette identification ; les sels dont le magnétisme est connu en fonction de la concentration sont encore peu nombreux et il semble que, sous le nom de ferripyrophosphate, Pascal et Cabrera et Moles aient étudié des substances différentes.

Les expériences de Pascal faites en vue de classer les types chimiques des combinaisons du fer n'ont jamais ambitionné une très haute précision. Il est très remarquable qu'une erreur notable sur la valeur absolue, les perturbations provenant de la concentration et quelques autres causes d'erreur ou d'incertitude de moindre importance, aient pu intervenir et modifier les nombres sans effacer leur caractère dominant.

Ces études sur les solutions des sels paramagnétiques demandent à être continuées. Récemment, Cabrera et Moles les ont complétées en un point.

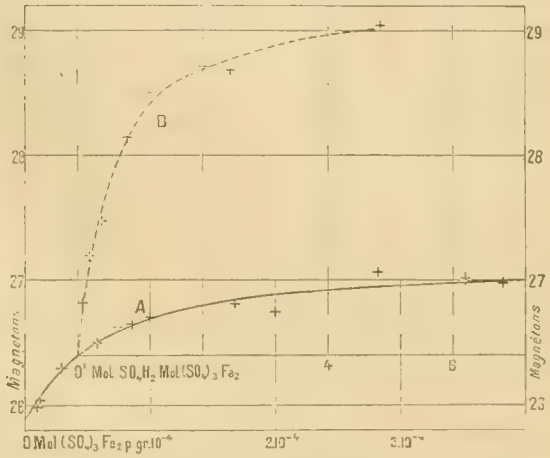


Fig. 9. — *Courbe d'aimantation de sulfate ferrique en fonction de la concentration (A) et influence de l'addition d'acide sulfurique (B).*

Ils ont trouvé l'aimantation du sulfate de nickel indépendante de la concentration. Voici les nombres inédits que je dois à l'obligeance de M. Cabrera :

CONCENTRATION en gr. par kg.	MAGNÉTONS
9,53	16,06
19,8	15,95
72,0	16,10
174,3	16,05

Il semble légitime de prendre la moyenne ; elle est 16,04.

Cette série confirme donc encore avec exactitude un des points de l'échelle des magnétons dans les sels dissous.

VII. — Le magnéton dans les sels paramagnétiques solides.

La théorie du magnéton a été appuyée en quatrième ligne par les observations sur les sels paramagnétiques solides. Comme, pour établir une loi de ce genre, il faut procéder par séries d'observations de même origine pour éliminer l'intluence des différences d'étalonnement, j'ai choisi un groupe assez nombreux de mesures de Mlle E.

Feytis, intéressant aussi par la diversité des types chimiques qu'il comprend. L'unité de Mlle Feytis était d'ailleurs la même que celle des observations sur les métaux à basse température et au-dessus du point de Curie : elle lui avait été communiquée au moyen d'une solution de sulfate de nickel, mesurée à Zurich par la méthode d'ascension. J'ai éliminé de la série les corps contenant dans la molécule deux atomes magnétiques différents, comme par exemple le chrome et le cobalt, pour lesquels le calcul n'est pas possible, et Fe^2O^3 dont on sait par ailleurs qu'il a une variation thermique différente de la loi de Curie. Il reste alors 11 corps, pour lesquels j'ai obtenu les nombres de magnétons suivants :

SEL SOLIDE	MAGNÉTONS
$FeCl^3$ sublimé	28,83
$FeCl^3.2Az^4Cl.H^2O$	27,21
$FeF^3.3AzH^4F$	28,94
$FeF^3.2AzH^4F.H^2O$	29,19
$FeF^3.3H^2O$	21,23
Acétylacétonate ferrique	25,05
$\frac{1}{3}M^2O^3$	17,97
$CrCl^3$	20,04
Acétylacétonate cobalteux	21,12
$\frac{1}{2}[Cr(AzH^3)^6][Cr(C^2O^4)^3]+3H^2O$	20,16
$\frac{1}{2}Cr(AzH^3)^6(C^2O^4)[Cr(AzH^3)^2(C^2O^4)^2]+3H^2O$	20,16

On remarque que les nombres sont relativement peu éloignés de nombres entiers. On peut préciser de la manière suivante : si ces nombres étaient distribués au hasard, les écarts des nombres entiers pourraient prendre toutes les valeurs entre 0 et $\pm 0,5$, et la moyenne de leurs valeurs absolues serait 0,25. Au lieu de cela, tous les écarts sont inférieurs à 0,25, le plus grand étant 0,23. Il est évident qu'une semblable distribution serait extrêmement improbable. Cette série d'expériences, tout en présentant des écarts plus grands à partir des nombres entiers que les mesures prises sur les métaux, par exemple, est donc nettement favorable à la loi qu'il s'agit d'établir.

Il était assez extraordinaire qu'il en fut ainsi. Le calcul supposait implicitement que, dans les cristaux, les molécules ont la même liberté de rotation que dans les gaz. Or, les forces mutuelles entre les molécules sont très grandes dans les solides cristallisés, puisque ce sont elles qui déterminent l'orientation des molécules au fur et à mesure de leur agglomération.

J'ai pu démontrer depuis [1] que, pour un groupe très étendu d'actions mutuelles, l'effet se compense et s'élimine dans le résultat du calcul. Il en est ainsi toutes les fois que les forces d'orientation dérivent d'une énergie potentielle fonction de l'orientation de la molécule considérée par rapport aux axes du réseau cristallin. Le coefficient d'aimantation sera différent pour les différentes directions, mais la moyenne de ses valeurs pour trois directions rectangulaires reproduira le coefficient d'un gaz parfait qui serait composé des mêmes molécules que le corps en expérience. Or, mesurer une substance pulvérulente, c'est prendre un grand nombre de fois la moyenne des coefficients d'aimantation dans trois directions rectangulaires. On conçoit donc qu'une série étendue de corps ait pu présenter le caractère que nous avons reconnu aux mesures de Mlle Feytis.

Cependant, de nouvelles mesures sur les corps solides, faites avec l'intention d'étendre ces résultats, n'ont pas donné, en général, des nombres entiers et ont montré que la série de Mlle Feytis est un cas exceptionnel, dû, peut-être, au grand nombre de complexes à grandes molécules qui y figurent.

Et, en effet, la nouvelle théorie du magnétisme des cristaux ne s'applique pas à tous les cas ; en particulier, le champ moléculaire suppose une énergie potentielle d'un type tout différent de celui pour lequel la démonstration est faite. C'est en dernière analyse une énergie d'orientation relative des molécules deux à deux et non d'une molécule par rapport aux axes du réseau. Or des expériences récentes de Kamerlingh Onnes et Oosterhuis [1], et des expériences inédites que Foëx a faites en collaboration avec moi-même, ont montré que, dans les solides, l'existence du champ moléculaire est beaucoup plus fréquente qu'on ne l'avait pensé d'abord. Il faudra donc, en général, pour aboutir à la connaissance du moment atomique, traiter les solides comme des ferromagnétiques au-dessus du point de Curie et faire l'étude de la variation thermique de leur coefficient d'aimantation, et même, dans certains cas que la théorie fait prévoir, cette étude devra être faite sur des cristaux orientés successivement dans les trois directions principales. C'est là un travail de longue haleine. Quelques résultats isolés, qu'il serait prématuré de citer, montrent que c'est bien ainsi que les choses s'arrangeront. En tenant compte de l'altération de la loi de Curie par le champ moléculaire, on trouvera les nombres de magnétons caractérisant l'état des atomes dans les corps solides.

VIII. — Les gaz paramagnétiques.

Aux quatre sources du magnéton primitivement utilisées est venue s'en ajouter une cinquième, particulièrement démonstrative parce qu'elle fait

[1] *C. R. Acad. Sc.*, t. CLVI, p. 1674 et 1836; 1913.

[1] *Comm. Leiden*, 129 et 132.

appel à la théorie cinétique sous sa forme la plus simple, dénuée des complications apportées par les actions mutuelles des molécules. La plupart des gaz sont diamagnétiques; l'oxygène, l'ozone et l'oxyde azotique AzO seuls sont paramagnétiques. Langevin avait déjà montré sur l'exemple de l'oxygène comment on peut remonter du coefficient d'aimantation d'un corps paramagnétique, fourni par l'expérience, à la saturation absolue. Mais les données dont il disposait étaient dépourvues de toute précision.

A. Piccard et moi[1] nous avons repris cette détermination en mesurant la dépression magnétique de l'eau successivement sous une atmosphère d'oxygène et d'hydrogène. Ce dernier gaz peut être considéré comme neutre magnétiquement. Cette méthode a acquis une précision élevée à la suite des perfectionnements dont nous avons parlé plus haut.

L'atmosphère d'oxygène augmente la dépression magnétique de l'eau du cinquième environ de sa valeur. Or, on obtient aisément pour l'eau un effet de $2^{mm},5$ et par suite de $0^{mm},5$ pour l'oxygène. Les pointés se font au millième de millimètre et l'erreur, dans les moyennes, n'est pas supérieure à cette quantité. On a donc le coefficient d'aimantation à 1/500 et, par suite de l'extraction de la racine carrée, le moment moléculaire à 1/1.000 près. La détermination des impuretés du gaz a été faite avec une précision du même ordre.

Il y a, *a priori*, deux manières de concevoir l'aimant élémentaire de l'oxygène. On pourrait, adoptant le même mode de calcul que pour les autres corps, admettre l'existence d'un aimant élémentaire d'orientation indépendante dans chaque atome. Mais la grandeur de la chaleur spécifique s'oppose à cette manière de voir. Elle apprend que la molécule O^2 ne possède que cinq degrés de liberté, ou, si l'on préfère, que son état ne dépend que de cinq variables indépendantes. Si l'on en défalque les trois coordonnées du centre de gravité, il n'en reste plus que deux, au lieu des quatre qu'exigerait l'orientation indépendante de deux aimants élémentaires. Force est donc d'admettre que la molécule O^2 est rigide et ne porte qu'un seul aimant. Si l'on fait le calcul dans cette hypothèse, on trouve :

Pour la molécule O^2 . . . 14,014 magnétons.

et par suite :

Pour l'atome O . . . . . 7,007 magnétons.

Si, au contraire, on avait fait l'hypothèse de la molécule articulée, on eût trouvé pour l'atome : 9,91 magnétons, donc un écart de 1 °/₀ environ sur le moment moléculaire et de 2 °/₀ sur le coefficient d'aimantation qui dépasse notablement l'erreur expérimentale possible.

L'étude magnétique de l'oxygène fournit donc une confirmation précise de la loi des nombres entiers et s'accorde avec l'hypothèse de la molécule rigide, imposée par l'étude de la chaleur spécifique.

Le coefficient d'aimantation de l'oxyde azotique[1] est environ le tiers de celui de l'oxygène. Sa détermination est donc particulièrement délicate. Nous y avons apporté le plus grand soin ; l'appareil a été reconstruit entièrement. Les mesures ont été répétées un grand nombre de fois en variant légèrement les conditions de l'expérience, pour découvrir les causes d'erreur qui pouvaient subsister. Le gaz a été préparé à un grand degré de pureté et analysé avec soin.

Il n'est pas nécessaire ici d'invoquer les chaleurs spécifiques pour écarter toute ambiguïté d'interprétation. En effet, que l'atome d'oxygène soit articulé avec l'atome d'azote, ou que leur groupement soit rigide, il n'y a qu'un aimant élémentaire par molécule; il n'y a donc pas deux manières de conduire le calcul. On trouve :

Pour AzO. . . . . 9,039 magnétons.

ce qui est encore avec une bonne approximation un nombre entier.

La mesure du coefficient d'aimantation de l'ozone est certainement rendue très difficile par son instabilité. A ma connaissance, elle n'a jamais été tentée ; même l'ordre de grandeur du coefficient est inconnu. Cependant, il est à souhaiter que cette détermination soit entreprise ; elle donnerait certainement un renseignement intéressant sur la molécule O^3, d'architecture si différente de celles dont le magnétisme a été étudié.

IX. — Conclusions.

Des quatre groupes de mesures sur lesquels reposait au début la théorie du magnéton, les deux premiers, sur les métaux aux très basses températures et sur les corps ferro-magnétiques au-dessus du point de Curie, se sont développés d'une manière entièrement conforme aux prévisions. Le nombre des substances étudiées s'est notablement accru : des mesures anciennes ont été reprises et confirmées. Le ferrocobalt, si caractéristique de la théorie, a été reproduit maintes fois et a commencé à entrer dans la pratique des laboratoires.

[1] Pierre Weiss et A. Piccard : *C. R. Loc. cit.* A. Piccard : *Loc. cit.*

[1] Weiss et Piccard : *C. R. Acad. Sc.*, 17 novembre 1913.

Les conclusions tirées du troisième groupe de mesures ont paru momentanément compromises lorsqu'il est apparu qu'elles reposaient sur une constante inexacte de l'eau. L'accord s'est rétabli lorsque, la constante de l'eau ayant été déterminée avec une haute précision, la question a été élargie en étudiant l'aimantation des solutions salines en fonction de la concentration. En même temps, la précision accrue a permis d'aborder dans de bonnes conditions un ensemble de problèmes sur la constitution chimique et la valence en relation avec le magnéton dont l'étude de Cabrera et Moles donne un premier aperçu.

Le quatrième groupe de mesures, sur les sels solides, s'est révélé dans la suite n'être qu'un cas particulier favorable à la théorie du magnéton. On n'a pas continué à obtenir, en général, des nombres entiers en continuant à traiter les nouvelles mesures brutalement, en ignorant la structure cristalline et en assimilant les solides à des gaz parfaits.

Mais la théorie du paramagnétisme des cristaux a été perfectionnée. Je me suis rendu compte que la méthode de calcul simpliste, employée jusqu'alors sans preuve, était réellement correcte pour un type très général d'énergie potentielle d'orientation des molécules. Elle cesse de l'être quand il y a un champ moléculaire. La théorie montre comment doivent être conduits, dans ce cas, l'expérience et le calcul, et les quelques cas où l'expérience, d'ailleurs laborieuse, puisqu'elle exige l'étude de la variation thermique, a été faite, indiquent que, très vraisemblablement, on s'achemine aussi par cette voie vers une vérification intéressante de la loi des nombres entiers.

Enfin l'étude, faite avec un soin tout particulier, de l'aimantation de l'oxygène et de l'oxyde azotique a étendu la portée de la théorie du magnéton aux gaz paramagnétiques, nouveau groupe de substances particulièrement intéressant à cause de la manière directe dont il est abordable à la théorie cinétique.

Pierre Weiss,
Professeur de Physique
à l'École Polytechnique fédérale de Zurich.

POISONS ET ALIMENTS DES CHAMPIGNONS

Si les champignons portent impunément dans leur sein l'arsenic et l'acide cyanhydrique, la muscarine et la phalline, ils ne sont pas à l'abri des intoxications. Leurs fonctions essentielles, leur vie même sont menacées par des doses infimes de substances réputées inoffensives, par les produits les plus nécessaires à leurs besoins, dès qu'ils leur sont livrés ou lorsqu'ils sont fabriqués par eux dans des conditions inopportunes. C'est à peine si le biologiste saisit une limite objective entre le poison et l'aliment.

Les effets salutaires des poisons, les effets nuisibles des aliments apparaissent dans une série de travaux récents concernant surtout la nutrition des champignons inférieurs.

Examinons successivement les substances classées de préférence parmi les poisons, les substances qui passent plutôt pour des aliments.

I. — Poisons.

1. — M. Bokorny[1] sépare des poisons, dont l'action est quantitative, les substances qui paralysent une quantité quelconque de protoplasme en raison d'un antagonisme entre leurs mouvements atomiques ou moléculaires et ceux des particules vivantes.

Les premiers contrarient et arrêtent les seconds.

Les vrais poisons se combinent avec la substance de la cellule et la transforment en composé inerte; on retrouve le cuivre, l'argent, le mercure dans les levures empoisonnées. Ces poisons violents agissent à des doses prodigieusement faibles et néanmoins pondérables. Par contre, M. Bokorny n'a pu réussir à gêner le développement des levures par le phosphate monopotassique ou le sulfate de magnésie à très haute concentration, parce que ces champignons les supportent jusqu'à saturation.

2. — Il ne faut pas attacher un sens absolu à la toxicité des sels de zinc, de cobalt, de nickel, de cuivre, d'argent, de mercure, parce que, du moins à partir d'une certaine proportion, d'ailleurs très faible, dans le milieu, ils empêchent le développement des moisissures.

Nous avons mentionné ici même[1] des expériences établissant les conditions dans lesquelles les moisissures se développent en présence de l'argent, du cuivre, du cobalt, les doses auxquelles le zinc favorise la croissance.

D'après M. Javillier[2], des traces de zinc permettent au *Sterigmatocystis nigra* une meilleure utilisation des principes nutritifs contenus dans

[1] Bokorny : *Centralbl. f. Bakter.*, [2], t. XXXV, 1912.

[1] *Revue gén. des Sciences*, t. XXII, p. 800-801, 1911.
[2] Javillier : *C. R. Ac. Sc.*, 8 juillet 1912.

le liquide de Raulin; la moisissure consomme deux ou trois fois moins de sucre pour fournir un même poids de récolte. L'azote aussi est mieux employé; les cendres contiennent plus de silicium et de phosphore, mais moins de soufre. Il suffit d'ajouter au liquide de Raulin privé de zinc un dix-millionième de ce métal pour multiplier par 6,2 le rendement.

Le cadmium peut à la rigueur suppléer le zinc; toutefois les observations de M. Javillier [1] établissent que le poids de la récolte n'est plus multiplié que par 2,6 en présence d'un dix-millionième de cadmium. A cette dose, la sporulation est ralentie; pour peu que la dose soit élevée, les spores n'apparaissent plus.

M. Lepierre [2] remplace le zinc par l'uranium. Ce métal tue le *Sterigmatocystis* à la dose de 1 : 1000. S'il ne dépasse pas 1 : 5000, il supplée le zinc; la croissance est seulement retardée. Cependant, d'après les dernières recherches de M. Lepierre [3], la nécessité du zinc ou des métaux équivalents, qui paraissait absolue dans les conditions de culture réalisées par Raulin et ses successeurs, ne se fait pas sentir si l'on restreint la surface du liquide en augmentant la profondeur. En ce cas, il obtient le rendement maximum, sans zinc, pourvu que la culture se prolonge suffisamment.

Dans les cultures à large surface, le zinc (et à son défaut le cadmium ou l'uranium) est nécessaire au *Sterigmatocystis* en présence des autres éléments du liquide Raulin, notamment du chlorure de potassium. M. Sauton [4] substitue au chlorure de potassium le chlorure de rubidium. Dans ce cas, l'addition de zinc empêche la sporulation. Une même dose de zinc exerce donc une action favorable ou une action toxique suivant la composition du milieu de culture.

M. A. Le Renard [5] considère les sels alimentaires comme des contre-poisons et calcule le coefficient antitoxique de chacun d'eux pour le zinc et divers métaux réputés toxiques.

Se plaçant au-dessus de la notion contingente de la valeur alimentaire ou toxique, M. G. Bertrand [6] considère le zinc comme aussi indispensable au développement intégral de la moisissure que le manganèse et le fer. Il constate une action cumulative de ces divers éléments catalytiques.

Ces données concordent avec les vues de MM. Lenk et Brach [7], exposées récemment dans cette *Revue* (30 septembre 1913, p. 686), sur les combinaisons d'électrolytes compensant les effets toxiques de solutions tenant le premier rang dans l'alimentation. Ils concluent à une désintoxication réciproque des électrolytes.

Si nous nous reportons aux remarquables travaux de M. R. Keller [1] sur les forces électrostatiques de la cellule, nous conclurons que la toxicité des minéraux tient moins à leur nature chimique qu'à des phénomènes thermo-électriques.

3. — L'action de certaines substances entravantes varie aussi en fonction de la température. M. Durandard [2] observe que les spores de *Mucor Rouxii*, qui donnent des cultures plus abondantes à 35° C. qu'à 14-18° dans le moût de bière, ne germent même pas à 35° si l'on ajoute 4 parties de sérum de cheval à 6 parties de moût; la germination est seulement retardée dans le même mélange à 14-18°. Le sérum à la dose indiquée se comporte donc comme un violent poison à la température qui est la plus favorable en son absence. A température plus basse, il n'est que gênant. Si l'on abaisse progressivement la proportion de sérum depuis 3 parties de sérum pour 7 parties de moût jusqu'à 1 partie de sérum pour 9 parties de moût, la culture, plus précoce à 35°, est dépassée de plus en plus tardivement par la culture à froid.

La constitution chimique et le degré d'humidité du milieu paraissent à M. K. Noack [3] être sans influence sur la résistance aux basses températures des espèces thermophiles qui ne prospèrent qu'entre 40 et 50° C. Leur activité végétative s'exerce dans des conditions restreintes de temps et de lieu. Elles en attendent le retour sous forme de spores insensibles aux variations extérieures.

4. — Les sels d'urane offrent une certaine analogie avec les sels de zinc qui, suivant la dose, exercent sur les champignons, dans un même milieu, une action favorable ou funeste. Toutefois dans les expériences de M. Kayser [4], ce n'est pas la vie qui est en jeu, mais seulement le fonctionnement des enzymes chez les levures. A dose infinitésimale les sels d'urane stimulent la formation de l'alcool; à doses sensibles ils l'entravent. Il s'agit d'une action chimique plutôt que biologique, car elle se fait sentir sur les enzymes séparés des cellules vivantes, par exemple sur le suc extrait des levures par la méthode de Lebedeff. La présence d'une certaine masse de levure atténue leur action. La sucrase est plus sensible que la zymase.

[1] Javillier : *C. R. Ac. Sc.*, 23 décembre 1912.
[2] Lepierre : *C. R. Ac. Sc.*, 14 avril 1913.
[3] Lepierre : *C. R. Ac. Sc.*, 10 novembre 1913.
[4] Sauton : *C. R. Ac. Sc.*, 2 décembre 1912.
[5] A. Le Renard : *Ann. Sc. nat., Botan.*, [9], t. XVI, 1912.
[6] G. Bertrand : *Ann. Institut Pasteur*, t. XXVI, 1912.
[7] Lenk et Brach : *Die Naturwissenschaften*, n° 28, 1913.

[1] R. Keller : Ueber elektrostatische Zellkräfte und mikroskopischen Elektricitätsnachweis. Prag, Calvé, 1912.
[2] Durandard : *C. R. Ac. Sc.*, 14 octobre 1912.
[3] K. Noack : *Jahrb. wissensch. Botan.*, t. LI, 1912.
[4] Kayser : *C. R. Ac. Sc.*, 1er juillet 1912.

Le chlore, les sels de mercure, l'aldéhyde formique, selon M. Bokorny[1], paralysent directement les enzymes, mais seulement à doses supérieures à celles qui agissent sur le protoplasme.

Les anesthésiques, au contraire, influencent indirectement la fermentation en paralysant les cellules productrices d'enzymes. Le chloroforme ne modifie pas sensiblement l'action de l'invertine, tandis qu'il arrête l'action de la zymase. MM. H. Euler et S. Kullberg[2], qui ont reconnu cette différence, l'expliquent en observant que la zymase est plus étroitement enchaînée au protoplasme que la sucrase et la maltase. Si ces divers enzymes sont au même titre, à l'origine, des parties constitutives du protoplasme vivant, la sucrase et la maltase, incessamment sécrétées et régénérées, sortent aisément du protoplasme et de la cellule ; elles échappent alors à l'influence des anesthésiques ; la zymase, que l'on n'extrait que par des moyens violents portant atteinte à l'intégrité de la cellule, reste exposée aux agents qui paralysent le protoplasme.

Ce n'est pas à dire que la zymase soit inséparable du protoplasme ; elle persiste après la démolition de la cellule par les procédés mécaniques de Buchner ; M. Lebedeff[3] et M. E. Kayser[4] obtiennent une solution de zymase par diffusion en faisant macérer pendant quinze heures la levure sèche dans l'eau à la température ambiante. M. Rinkleben[5] extrait la zymase de la levure fraîche au moyen de la plasmolyse par l'eau glycérinée. Le suc obtenu au bout de quarante heures est directement actif si la température ne dépasse pas 25°. L'exsudation est provoquée par M. Giglioli[6], au moyen du chloroforme, du benzène, du toluène, ou d'huiles essentielles.

5. — MM. Bœseken et Waterman[7] se demandent pourquoi des dérivés du benzène de constitution voisine se comportent, les uns comme des aliments, les autres comme des poisons à l'égard du *Penicillium glaucum*. Ils cherchent le coefficient de répartition de ces substances entre l'huile d'olive et l'eau, en songeant à la théorie de Meyer et Overton, suivant laquelle les narcotiques sont d'autant plus énergiques que leur solubilité dans l'huile l'emporte davantage sur leur solubilité dans l'eau. Les résultats obtenus parlent dans le même sens. L'acide salicylique, qui est un acide ortho-oxy-benzoïque, dont le coefficient est très élevé (11,8), est impropre à l'alimentation de la moisissure ; les acides para-oxybenzoïque et méta-oxybenzoïque, dont les coefficients respectifs sont 0,6 et 0,4, lui conviennent. On en conclut que l'acide salicylique s'attaque aux matières grasses de la cellule.

La même théorie s'applique à l'acide butyrique, non à l'acide formique, bien plus soluble dans l'eau que dans l'huile. Son action toxique s'explique par une décomposition de la couche aqueuse superficielle. Les ions H de l'eau, neutralisant les colloïdes négatifs du protoplasme, en amèneraient la coagulation.

M. Kiesel[1] étudie l'action de 27 acides et sels d'acides sur le *Sterigmatocystis nigra*. Assimilables ou non, ils arrêtent la germination, la croissance et la sporulation à partir d'une dose limite. L'effet toxique de ces substances est limité en partie par la résistance opposée à leur pénétration par la couche protoplasmique superficielle.

II. — Aliments.

1. — Le fer est nécessaire à la sporulation de diverses moisissures. Si les sels ferriques sont en général toxiques, le *Citromyces siderophilus*, étudié par M. Lieske[2], prospère dans les sels ferreux, quelle qu'en soit la concentration ; l'ion ferreux est seul capable de favoriser l'assimilation des hydrates de carbone, comme chez les espèces qui n'en supportent que de faibles doses.

Le manganèse active la croissance du *Sterigmatocystis nigra* à dose infinitésimale. En ajoutant un déci-milliardième de manganèse, M. Bertrand[3] constate un accroissement de récolte. Une certaine proportion de ce métal est indispensable à la sporulation du *Sterigmatocystis* d'après M. Bertrand[4], à la formation du pigment rouge de l'*Epicoccum purpurascens* d'après M. C. W. Naumann[5]. A partir d'une certaine dose, la quantité de manganèse fixée par le *Sterigmatocystis* dans les expériences de MM. Bertrand et Javillier[6] croît dans la même mesure que la quantité offerte. La quantité fixée augmente en présence du zinc.

L'absorption des principes fertilisants par certaines espèces est favorisée par la calcination du sol. La localisation des *Pyronema* sur les ronds de charbonniers n'est pas déterminée par des sub-

[1] Bokorny : *Centralbl. f. Bakt.* [2], t. XXXV, 1912.
[2] Euler et Kullberg : *Zeitschr. physiol. Chemie*, t. LXXI-LXXIII, 1911.
[3] A. Lebedeff : *C. R. Ac. Sc.*, 3 janv. 1911. — *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXVI, 1912.
[4] E. Kayser : *C. R. Ac. Sc.*, 3 avril 1911.
[5] P. Rinkleben : *Chem. Zeit.*, t. XXXV, 1911.
[6] S. Giglioli : *Atti Soc. ital. Progr. Scienze*, t. V, 1912.
[7] Boeseken et Waterman : *Versl. K. Ak. Wet. Amsterdam*, 1911 et 1912.

[1] Kiesel : *C. R. Ac. Sc.*, 8 juillet 1912.
[2] R. Lieske : *Jahrb. wissensch. Botanik*, t. L, 1911.
[3] G. Bertrand : *Bull. Sc. pharmac.*, t. XIX, 1912. — *C. R. Ac. Sc.*, 26 févr. 1912.
[4] G. Bertrand : *Bull. Sc. pharmac.*, t. XIX, 1912.
[5] Naumann : *Hedwigia*, t. LI, 1911.
[6] G. Bertrand et Javillier : *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXVI, 1192.

stances toxiques pour leurs concurrents. MM. Seaver et Clark[1] l'attribuent à l'augmentation des aliments solubles. Les extraits de sols traités par la chaleur sèche ou humide accélèrent le développement de ces champignons et de quelques autres. La stérilisation du sol par la chaleur rend le terrain plus propice au développement des germes introduits ultérieurement.

M. M. Mangin[2] constate une multiplication insolite du *Rhizina inflata* dans la forêt de Fontainebleau à la suite des incendies, grâce à l'action favorable des cendres. Ce champignon a été considéré comme l'agent de la maladie des Ronds du Pin. M. Mangin y voit un saprosite envahissant les racines des arbres antérieurement affaiblis. Nous concevons, néanmoins, que la propagation des parasites reçoive aussi une impulsion de la calcination du sol.

2. — Les aliments essentiels comme source d'azote et de carbone sont assimilés au prix de dépenses d'énergie, de sacrifices matériels qu'on serait tenté de comparer à l'action des poisons, s'ils n'étaient la rançon de la vie.

Il n'est pas prouvé que les moisissures fixent l'azote de l'air. Du moins, les efforts tentés par M. Pennington[3] sont demeurés infructueux. Il n'ose décider si les résultats contraires annoncés par quelques auteurs tiennent à une erreur expérimentale, ou si les diverses espèces sont inégalement aptes à cette fixation. La dextrine sur laquelle poussait le *Gemmophora purpurascens* contenait, d'après M. Schkorbatow[4], 2,4 ‰ d'azote.

Toute la gamme des composés azotés entre dans l'alimentation des champignons, depuis les nitrates et l'ammoniaque jusqu'à l'albumine et aux peptones.

Les champignons affamés digèrent leur propre substance. Selon M. Rubner[5], les levures subissent l'autolyse dans la solution de peptone comme dans l'eau.

Chez les Coprins, dont les chapeaux se liquéfient à la maturité, M. Weir[6] constate l'apparition tardive de peptase peptonisant l'albumine et d'érepsine digérant la peptone. L'extrait des pieds ou des chapeaux parvenus au stade de déliquescence est sans action sur les réceptacles jeunes; il ne liquéfie que les réceptacles sur le point de subir l'autodigestion. La production des enzymes est précédée de la transformation du protoplasme en substances sensibles à leur action.

[1] Seaver et Clark : *Mycologia*, t. II, 1910.
[2] M. Mangin : *C. R. Ac. Sc.*, 3 juin 1912.
[3] Pennington : *Bull. Torrey bot. Club.*, t. XXX, 1911.
[4] Schorbatow : *Berichte deutsch. bot. Ges.*, t. XXX, 1912.
[5] Rubner : *Sitzungsber. Berl. Ak. Wiss.*, 1912.
[6] J. R. Weir : *Flora*, t. CIII, 1911.

Ces produits de désassimilation n'ont pas d'emploi direct dans la plante dont ils proviennent. Les portions déliquescentes des Coprins comme des Phallacées favorisent la dissémination des spores. De plus, les résidus des réceptacles qui ont accompli leur fonction servent d'engrais au mycélium; ils rentrent dans la circulation de la matière qui fournira de nouveaux éléments aux poussées ultérieures. De même, en forêt, les arbres récupèrent en partie les réserves dont les a dépouillés la chute des feuilles.

Selon M. Kayser[1], les levures à voile qui produisent l'acétate d'éthyle dans les solutions sucrées ont, suivant les races, des préférences soit pour l'azote albuminoïde, soit pour l'azote peptoné ou ammoniacal, soit pour l'azote amidé et aminé. MM. Takahashi et Yamanoto[2] montrent que les acides aminés sont diversement assimilés par les levures, notamment celles du saké. Les ferments du saké comme la levure de bière, d'après M. Kurono[3], possèdent un enzyme qui attaque l'asparagine en dégageant de l'ammoniaque.

Le choix de l'aliment azoté paraît déterminé par la quantité d'énergie dont chaque espèce dispose pour construire son protoplasme. Opérant sur le *Sterigmatocystis nigra*, M. Puriewitsch[4] calcule la consommation d'énergie d'après le rapport du volume d'acide carbonique dégagé au poids de la substance sèche obtenue en un temps donné. Le rapport est le plus faible avec les acides amidés et aminés, ainsi qu'avec l'ammoniaque et ses dérivés. La consommation d'énergie est bien plus élevée pour les sels ammoniacaux et surtout les nitrates; elle atteint son maximum pour les peptones et l'albumine.

3. — La source principale d'énergie provient de la désintégration des aliments carbonés par les enzymes.

Les substances amylacées sont digérées à l'aide des diastases. Selon M. Durandard[5], le suc des cultures entièrement développées de *Rhizopus nigricans* produit du maltose aux dépens de l'empois d'amidon de riz. Les *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, d'après MM. Pantanelli et Bouschi[6], sécrètent une proamylase plus ou moins retenue par les colloïdes. Cet enzyme attaque spécialement l'amylopectine des grains d'amidon, qu'il ramollit et transforme en dextrine. L'amidon de blé est plus vite attaqué que celui de pomme de

[1] Kayser : *C. R. Ac. Sc.*, 8 juillet 1912.
[2] Takahashi et Yamanoto : *Journ. Coll. Agric. I. Univ. Tokyo*, t. I, 1911.
[3] Kurono : *Ibid.*
[4] Puriewitsch : *Biochem. Zeitschrift*, t. XXXVIII, 1912.
[5] Durandard : *C. R. Ac. Sc.*, 15 septembre 1913.
[6] Pantanelli et Bouschi : *Ann. di Botanica*, t. VIII, 1910.

terre. Les proamylases des moisissures sont comparables au ferment amylolytique observé par M. Zellner[1] dans dix-neuf espèces de champignons supérieurs et différant de la diastase du malt, parce que les produits de l'hydrolyse sont des dextrines sans maltose.

Les moisissures forment en outre une dextrinoglycase, qui ne se répand en quantité notable que quand le mycélium commence à s'affaiblir et qui disparaît au moment de la formation des spores. La saccharification de l'amidon du blé est plus précoce en présence du *Mucor* que du *Penicillium* et de l'*Aspergillus*; la transformation de la dextrine est beaucoup plus tardive en présence du *Botrytis*.

Le mycélium parasite du *Phytophthora infestans* produit des enzymes provoquant les mêmes transformations dans l'amidon de pomme de terre; l'hydrolyse aboutit, d'après MM. Rivière et Bailhache[2], à la production de sucres réducteurs qui explique la saveur sucrée des tubercules malades.

Si les amylases de diverses provenances n'exercent pas une action identique sur les divers amylacés, il ne faut pas se hâter de conclure à la pluralité des enzymes. MM. Lisbonne et Vulquin[3] pensent que l'inégale déminéralisation des diastases explique ces divergences, puisque les électrolytes sont nécessaires à leur fonctionnement.

L'hydrolyse du saccharose est produite par la sucrase (invertine) en présence d'une certaine quantité d'acide.

M. Salkowski[4] cherche à déterminer la composition de la sucrase. Il avait trouvé de notables quantités de cet enzyme dans l'eau qui a baigné la levure de presse à très basse température. L'activité du liquide est encore plus élevée en présence de la levure séchée par la chaleur. Le résidu solide fournit, à 40° C., aux dépens du saccharose, 160 fois son poids de sucre interverti. M. B. Kirsch[5] explique ce phénomène par l'exosmose en rapport avec la tension superficielle du protoplasme de la levure.

La solution active contient de petites quantités d'albumoses, mais pas d'albumine. Les substances gommeuses peuvent être éliminées sans en modifier l'activité, qui résiste aussi à la putréfaction. M. Salkowski[6] considère l'invertine comme un sel magnésien d'un acide contenant de l'azote et du phosphore.

La sucrase n'est pas spéciale aux levures. Les Mucorinées en sont généralement dépourvues. Pourtant le *Mucor racemosus*, selon M. G. E. Ritter[1], dédouble le saccharose. La production de sucrase est l'apanage d'un grand nombre de Mucédinées; c'est une propriété de l'espèce s'exerçant même en l'absence de sucre. M. G. Grezes[2] trouve la quantité de sucrase constante chez le *Sterigmatocystis nigra* cultivé dans une solution où l'acide succinique remplace le sucre. Mais la sécrétion est exaltée dans un milieu où l'enzyme est utilisé. Le taux de la sucrase s'élève notablement dans la moisissure habituée à se nourrir de saccharose.

Il semble exister plusieurs sortes de sucrases. Suivant les expériences de M. G. Bertrand, avec M. et Mme Rosenblatt[3], les mêmes acides n'activent pas également l'hydrolyse en présence du *Sterigmatocystis* et des levures. La différence est imputable à la concentration en ions H la plus favorable à chaque sucrase D'après les mêmes auteurs[4], la plupart des acides sont moins actifs sur la sucrase de moisissure; l'inverse s'observe pour les acides formique, phosphorique et surtout nitrique; l'acide propionique présente la même concentration optima pour la sucrase de *Sterigmatocystis* et la sucrase de levure.

Outre la sucrase, la macération aqueuse de *Sterigmatocystis* contient de la maltase, de la tréhalase, de l'émulsine. A cette liste, MM. G. Bertrand et Holderer[5] ajoutent la cellase, capable de dédoubler le cellose, qui est à la cellulose ce que le maltose est à l'amidon. M. J. Boselli[6] insiste sur la constance de la sécrétion de l'inulase qui diffuse d'autant plus que la culture est plus âgée. Elle existe même en l'absence d'inuline dans l'aliment.

Deux types d'enzymes hydrolysants sont trouvés par M. H. Colin[7] chez le *Botrytis cinerea* : 1° une invertine dédoublant le raffinose, le gentianose, le stachyose, le mélézitose plus énergiquement que le saccharose; 2° la lactase, dont la mélibiase ne paraît pas différer, la maltase et d'autres enzymes différant de ceux de la première catégorie en ce qu'ils sont retenus dans les filaments.

En cultivant sur divers milieux le *Glomerella rufomaculans*, champignon de la pourriture des pommes, M. H. Reed[8] obtient une série d'enzymes susceptibles d'attaquer divers principes du fruit :

[1] Zellner : *Sitzungsber. K. Ak. Wiss. Wien* [2], t. CXVIII, 1909.
[2] Rivière et Bailhache : *Journ. Soc. nat. Hortic. France* [4], t. X, 1909.
[3] Lisbonne et Vulquin : *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXII, 1912.
[4] E. Salkowski : *Zeitsch. physiol. Chemie*, t. LXI, 1909.
[5] B. Kirsch : *Lotos*, t. LIX, Prag, 1911.
[6] L. Salkowski : *Zeitsch. physiol. Chemie*, t. LXXIII, 1911

[1] G. E. Ritter : *Biochem. Zeitschrift*, t. XLII, 1912.
[2] G. Grezes : Mémoire pour le diplôme sup., Paris, 1912. — *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXVI, 1912.
[3] G. Bertrand, M. et Mme Rosenblatt : *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXVI, 1912.
[4] G. Bertrand et Mme Rosenblatt : *C. R. Ac. Sc.*, 26 déc. 1911 et 25 mars 1912.
[5] G. Bertrand et Holderer : *C. R. Ac. Sc.*, 27 déc. 1909 et 24 janv. 1910. — *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXIV, 1910. — *Bull. Soc. chim.*, [4], t. VII-VIII, 1910.
[6] J. Boselli : *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXV, 1911.
[7] H. Colin : *Ann. Sc. nat. Bot.*, [9], t. XIII, 1911.
[8] H. Reed : *Chem. Zeitung*, t. XXXVI, 1912.

amylase, sucrase, inulase, lipase, protéase, amidase, émulsine, cytase, etc.

D'après M. Bresson[1], la levure haute contient, outre la sucrase et la maltase, une α-glycosidase capable d'hydrolyser le méthylglycoside α. Cet enzyme n'avait pu être décelé dans la levure basse. MM. Bourquelot, Hérissey et Bridel[2] viennent de l'y trouver et ont montré que, comme l'émulsine, la glycosidase α, outre son action hydrolysante, a la propriété de déterminer la synthèse du glycose avec divers alcools; c'est un exemple de la réversibilité des actions fermentaires, dont la généralité ressort du lumineux exposé publié dans cette Revue[3] par M. Bourquelot.

4. — Les sucres du type du glucose sont une source d'énergie dont la puissance apparaît dans la fermentation alcoolique, qui supplée à la pénurie d'oxygène libre. Cependant la fermentation n'est pas impossible au contact de l'air, ce que MM. Palladine et Traklionoff[4] attribuent à la très faible proportion de peroxydase chez les *Saccharomyces*.

Cette énergie déborde pour ainsi dire dans le dégagement de chaleur qui accompagne le début de la fermentation. Selon la remarque de M. Rubner[5], cette énergie est perdue pour la vie de la levure. Une partie de l'énergie dégagée par la décomposition du sucre est utilisée par la levure. En conséquence, M. Rubner distingue dans la cellule des processus fermentatifs et des processus vitaux.

Des mesures précises montrent que la proportion d'énergie consacrée à la fermentation atteint rapidement un maximum de 30 à 40 °/₀. L'activité initiale du processus fermentatif joue un rôle accessoire de protection en rendant le milieu impropre à la multiplication des microbes concurrents; cette proportion tombe rapidement; elle ne dépasse pas en moyenne 1,6 à 4,6 °/₀. La plus grande partie de l'énergie est donc employée à la vie de la levure.

De nombreuses expériences ont été instituées en vue d'élucider le mécanisme de l'action de la zymase. Mais, comme l'a montré M. Iwanoff[6], le mécanisme de la fermentation alcoolique n'est pas le même par les levures vivantes et par les extraits. Les résultats de l'analyse et de la synthèse, si intéressants pour la chimie et l'industrie, n'ont guère éclairé la biologie des levures, parce que les procédés artificiels sont incapables de séparer les processus vitaux des processus fermentatifs proprement dits. Bornons-nous à renvoyer aux travaux de MM. G. Kohl[1], Lebedeff[2], Lebedeff et Griaznoff[3], Harden et Young[4], H. Euler[5], Euler et Fodor[6], Buchner et Meisenheimer[7], Kostytschew[8].

Aux processus vitaux de la nutrition semble se rattacher l'action réductrice attribuée par MM. Lintner et H. J. von Liebig[9] à la levure transformant le furfurol en furylalcool et en un corps cristallisé indéterminé. Ils n'ont pas précisé si cette réduction est l'œuvre d'un enzyme et si elle s'effectue dans l'intérieur ou en dehors de la cellule.

L'opinion de Müller-Thurgau, suivant laquelle la glycérine n'est pas, à proprement parler, un produit de fermentation, est confirmée par MM. Seifert et Haid[10]. C'est un produit de la nutrition, d'autant moins abondant que la nutrition est plus ralentie. M. R. Stoppel[11] note un rapport inverse entre la production de glycérine et la production d'alcool. Cette glycérine, attaquée par le *Bacillus amaracrylus*, donne naissance à l'acroléine à laquelle M. Voisenet[12] attribue l'amertume des vins.

La glycérine apparaît aussi, suivant M. M. Spieckermann[13], parmi les produits de destruction des graisses par le *Penicillium glaucum* : c'est, avec les acides gras, un produit initial de la décomposition des glycosides.

Rappelons, en passant, l'explication fournie par M. A. Meier[14] de la propriété que possède la même moisissure d'attaquer exclusivement les acides pourvus d'atomes asymétriques de carbone. Cette propriété est ramenée à un phénomène chimique, à l'action d'une oxydase spéciale, l'acioxydase, qui s'exerce exclusivement sur les racémates, lors même que le champignon a été tué.

La fermentation alcoolique vient de nous apparaître comme un phénomène secondaire superposé aux actes essentiels de la vie de la levure. C'est une sorte de dérivatif utilisant l'excédent d'énergie produit par la décomposition d'une quantité de sucre

[1] Bresson : *C. R. Ac. Sc.*, 16 août 1910.

[2] Bourquelot, Hérissey et Bridel : *C. R. Ac. Sc.*, 13 janv. et 10 fév. 1913.

[3] Bourquelot : *Revue gén. des Sc.*, 30 sept. 1912.

[4] Palladine et Traklionoff : *Revue gen. Botan.*, t. XXIII, 1911.

[5] Rubner : *Sitzungsber. Berl. Ak. Wiss.*, 1912.

[6] Iwanoff : *Centralbl. f. Bakt.* [2], t. XXIV, 1909.

[1] G. Kohl : *Beihefte z. Botan. Centralbl.*, t. XXV, 1910.

[2] A. Lebedeff : *C. R. Ac. Sc.*, 10 juillet 1911. — *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXV, 1911.

[3] Lebedeff et Griaznoff : *Ber. chem. Gesellsch.*, t. XLV, 1912.

[4] Harden et Young : *Biochem. Zeitsch.*, t. XL, 1912.

[5] H. Euler : *Biochem. Zeitsch.*, t. XLI, 1912.

[6] Euler et Fodor : *Biochem. Zeitsch.*, t. XXXVI, 1911.

[7] Buchner et Meisenheimer : *Ber. chem. Gesellsch.*, t. XLV, 1912.

[8] Kostytschew : *Zeitsch. physiol. Chemie*, t. LXXIX, 1912.

[9] Lintner et von Liebig : *Zeitsch. physiol. Chemie*, t. LXXII, 1911.

[10] Seifert et Haid : *Centralb. f. Bakt.* [2], t. XXVIII, 1910.

[11] R. Stoppel : *Zeitschr. f. Botanik*, t. IV, 1912.

[12] E. Voisenet : *C. R. Ac. Sc.*, 31 juil. [illegible] 6 nov. 1911; 14 avril et 5 mai 1913.

[13] Spieckermann : *Zeitchr. Unters. Nahr.* [illegible] t. XXIII, 1912.

[14] A. Meier : *Ueber Oxydation durch Sc[illegible]elpilze* (Diss., Carlsruhe, 1910).

supérieure aux besoins de la cellule. Dans les conditions favorables à une abondante fermentation, le sucre est à la fois un aliment et un poison que la levure détruit, tout en dégageant des substances qui ne sont pas moins nuisibles.

Les levures industrielles sont des races pathologiques dont la tare a été sélectionnée, mais dont le maintien est subordonné au rajeunissement périodique des cultures au moyen de germes soustraits à l'intoxication.

En général, les champignons qui se nourrissent de sucre ne lui empruntent pas toute leur énergie sans recourir à la combustion avec fixation d'oxygène. Les acides augmentent aux dépens du sucre, selon MM. Rivière et Bailhache[1], dans les raisins attaqués par le *Botrytis cinerea*. Chez le *Rhizopus nigricans*, M. F. Ehrlich[2] mentionne l'acide fumarique comme produit transitoire de la décomposition du glucose et du fructose.

Certaines levures sont des consommateurs facultatifs de sucre. D'après les recherches de MM. Neubauer et Fromherz[3], elles donnent des produits différents, selon qu'elles sont au régime des acides aminés qu'elles soumettent à une série d'oxydations et de réductions, ou qu'elles empruntent, en outre, l'énergie à la destruction du sucre.

MM. Neuberg et Tir[4] nomment fermentation sans sucre l'effervescence déterminée par le dégagement d'acide carbonique par diverses levures qui se contentent d'acides organiques comme aliment carboné. Il s'agit d'un processus vital plutôt que d'un processus fermentatif au sens de Rubner. M. Neuberg et ses élèves[5] allongent la liste des céto-acides provoquant ce phénomène.

Le *Willia anomala*, d'après les expériences de M. F. Ehrlich[1], emprunte le carbone à des substances organiques de constitution plus simple que les sucres (glycérine, acide lactique, alcools méthylique, éthylique, amylique), et combine les produits de leur oxydation aux acides aminés pour réaliser la synthèse des albuminoïdes sans recourir à d'autres sources d'énergie que cette oxydation même. D'autres levures sauvages et diverses moisissures ont les mêmes propriétés. Ces champignons renferment des enzymes oxydants qui font défaut aux ferments alcooliques.

Cependant, M. Kochmann[2] admet que la fermentation est favorisée par l'alcool éthylique jusqu'à la dose de 2 à 3 ‰. La levure brûlerait même, après la période de fermentation, une partie de l'alcool qu'elle a fabriqué.

D'après M. Osterwalder[3], les fermentations secondaires, capables de produire en quatre ou cinq mois dans les vins de raisin ou de fruits jusqu'à 1,8 ‰ d'acides volatils, ne s'effectuent ni aux dépens de l'alcool, ni vraisemblablement aux dépens du sucre résiduel; elles seraient en relation avec la nutrition des levures qui se multiplient tant à la surface que dans la profondeur du liquide aéré.

En résumé, le zinc, le cadmium, l'uranium, le fer, les acides, les dérivés du benzène, les sérums, etc., sont des poisons ou des aliments selon leur dose, la nature de leurs combinaisons, leurs associations avec d'autres éléments dans le liquide nutritif, et aussi selon les besoins du champignon et sa capacité d'assimilation.

La valeur alimentaire des composés azotés, des substances amylacées ou sucrées, varie en fonction des sources d'énergie que le champignon est capable d'exploiter à l'aide des enzymes pour en dégager des produits assimilables.

Paul Vuillemin,
Correspondant de l'Institut,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Nancy

[1] Rivière et Bailhache : *Journ. Soc. nat. d'Hort. de France* [4], t. XI, 1911.
[2] F. Ehrlich : *Ber. Chem. Gesellschaft*, t. LXIV, 1911.
[3] Neubauer et Fromherz : *Zeitschr. physiol. Chemie*, t. LXX, 1911.
[4] Neuberg et Tir : *Bioch. Zeitsch.*, t. XXXI et XXXII, 1911.
[5] Neuberg et divers collaborateurs : *Biochem. Zeitschr.*, t. XXXVII, 1911-XLVII, 1912.

[1] F. Ehrlich : *Biochem. Zeitschrift*, t. XXXVI, 1911.
[2] Kochmann : *Biochem. Ztschr.*, t. XVI, 1909.
[3] Osterwalder : *Centralbl. f. Bakt.* [2], t. XXXII, 1912.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Publications of the Dominion observatory (Ottawa), *t. I, nos 1 à 5. — 5 fasc. in-4°. Government Printing Bureau, Ottawa*, 1913.

Cet Observatoire, déjà connu par d'importantes recherches, vient de décider des publications régulières, et communique les cinq premiers numéros du tome I. Dans le premier, Otto Klotz donne des tables pour la projection stéréographique : en déterminant leur position géographique au moyen de la projection stéréographique, ces tables facilitent le calcul des épicentres des tremblements de terre. Puis on trouve des déterminations précises de niveau par Douglas H. Nelles; F. B. Reid communique un important rapport sur le nivellement de précision fait par le Service géodésique; Otto Klotz étudie en détail le tremblement de terre ressenti le 28 avril 1913 dans les régions est et sud d'Ottawa, concluant à une très faible manifestation de l'énergie intraterrestre, petits glissements superficiels, suffisants cependant pour faire trembler quelques quartiers et y répandre une certaine angoisse : or, dans cette région du Canada, à distance de la roche primaire, on n'est pas à proprement parler dans une aire sismique et les tremblements de terre désastreux ne sont pas à craindre.

L'étude la plus complète et la plus astronomique est celle de W. E. Harper sur la détermination de l'orbite d'une binaire spectroscopique, 88 *d* Taureau. Moore découvrit cette binaire en 1907 et lui assigna une période de 3,5712 jours; l'Observatoire d'Ottava la classe dans le type hydrogène, mais son spectre contient un certain nombre de lignes métalliques (lignes du fer). A l'aide d'une chambre à prisme, W.-E. Harper obtient 28 spectrogrammes qui lui permettent de déterminer l'orbite d'une façon assez précise : il trouve la même période que Moore, mais signale la présence du second spectre; les lignes ne sont pas de la meilleure qualité pour la mesure, mais il n'y a aucun doute en ce qui concerne la réalité de leur présence et l'on peut en conclure le rapport des masses des deux composantes. Ce rapport serait 0,47; les rapports similaires connus sont généralement plus grands et varient de 0,7 à l'unité. Entre temps, à Lick, Wilson, étudiant la même binaire, ne signale pas le second spectre, et obtient des résultats un peu différents : une excentricité nulle (au lieu de 0,05), et une vitesse maximum de 48 kilomètres (au lieu de 38).

Ainsi, l'on voit que cette nouvelle publication intéresse vivement les astronomes, et les premiers numéros nous font désirer les suivants avec impatience.

Gros (Charles). — **Echappements d'horloges et de montres** (Exposé technique, descriptif et historique des échappements). — *1 vol. in-8° de 264 pages avec 277 figures. (Prix : 3 fr. 75.) Bureau de l'Almanach de l'Horlogerie-bijouterie, rue Borda, Paris*, 1913.

Voici un livre qui intéressera non seulement les horlogers, mais encore les mécaniciens.

Pour permettre au lecteur non horloger d'apprécier à l'avance le genre d'intérêt de l'ouvrage de M. Gros, l'attrait qu'il offrira aux curieux de l'histoire de l'horlogerie et les services qu'il peut rendre aux chercheurs, il n'est pas superflu de rappeler ici les caractères essentiels des machines destinées à conserver le temps et à l'inscrire.

Horloges ou chronomètres, les machines horaires se distinguent par un caractère qui n'appartient qu'à elles.

Ces machines emploient l'énergie de leur moteur, non pas à vaincre des résistances utiles comme le font les machines-outils, mais à restaurer l'usure inévitable du mouvement d'un organe vibrant qui est choisi avec un soin extrême et qui, aujourd'hui, est véritablement l'âme de la montre. Cet organe vibrant doit réaliser, avec la plus grande approximation possible, des *vibrations isochrones*.

Les purs théoriciens, qui ne connaissent les phénomènes mécaniques que par cette métaphysique, fort jolie et intéressante d'ailleurs, que l'on appelle la Mécanique rationnelle, apprécient mal la grandeur, la beauté, la difficulté du problème scientifique et industriel que l'horlogerie de précision a résolu.

Pour eux, l'isochronisme est une simple propriété mathématique des mouvements vibratoires les plus simples, ceux du type sinusoïdal; et aujourd'hui, grâce à Huyghens, un écolier peut aisément exposer au tableau, avec autant de simplicité que la similitude des triangles, les *conditions théoriques suffisantes du mouvement vibratoire parfait*, à savoir :

1° Un effort tournant ou moment, appliqué à un solide mobile autour d'une droite, avec une intensité proportionnelle à l'angle qu'a décrit le solide à partir de sa position d'équilibre, vers laquelle ledit effort tend toujours à ramener le solide.

2° *Pas d'autres forces perturbatrices.*

Les artistes des montres et des horloges, qui furent, sur bien des points, très en avance sur la science de leur temps, avaient à résoudre un problème infiniment plus complexe que le problème idéal sur lequel s'exercent avec profit nos écoliers; moins à l'aise que ceux-ci, ils avaient à subir de nombreuses forces perturbatrices dont l'écolier fait fi; ne pouvant supprimer ces perturbations, les artistes s'efforcèrent de les compenser les unes par les autres et de réaliser un isochronisme *pratique*, moins parfait que l'isochronisme sinusoïdal, mais suffisamment approché; le degré de cette approximation fut une mesure du progrès de la chronométrie à diverses époques.

D'ailleurs, isochrones ou non, les vibrations devaient à tout prix être conservées, c'est-à-dire *entretenues*, si l'horlogerie voulait vivre.

Les frottements inévitables des supports sur l'axe tournant du solide et la résistance de l'air éteignent peu à peu les vibrations de l'organe réglant abandonné à lui-même; *mais cependant, tant qu'elles durent*, elles conservent d'elles-mêmes un isochronisme très approché; sans attendre que les théoriciens eussent expliqué ce fait, les horlogers en ont, d'instinct, profité : ils ont cherché et ils ont trouvé des mécanismes *reparateurs* de l'affaiblissement graduel de l'énergie des *vibrations* réglantes, lentement absorbée par les *résistances passives*.

On appelle précisément *échappement* l'organe auxiliaire d'une machine horaire destiné à fournir à l'organe vibrant une *petite impulsion* réparatrice, *sans toutefois troubler l'isochronisme* pratique des vibrations naturelles de cet organe régulateur.

L'énergie réparatrice provient d'une source extérieure à l'organe vibrant, mais cette énergie doit être distribuée *de la bonne manière par l'échappement*.

Il y eut, dès la naissance de l'horlogerie de précision, une confusion dont, seuls, quelques artistes de génie : Graham, Arnold, Earnshaw et Pierre Le Roy surent se préserver à temps.

Indispensable à une machine horaire, l'échappe-

ment a un rôle propre qu'il ne faut pas confondre avec celui de l'organe régulateur; les artistes dont nous avons cité les noms avaient précisément compris la distinction naturelle des rôles des deux organes associés, et grâce à eux le problème du réglage avait été ainsi posé :

1° Constituer un organe régulateur dont les vibrations naturelles sont aussi isochrones que possible;

2° Restaurer par un *échappement* la vibration de l'organe réglant, mais la restaurer sans troubler son rythme.

Le nombre des échappements un moment utilisés ou même simplement proposés est énorme; les échappements qui ont survécu sont en très petit nombre.

Tous, cependant, doivent intéresser l'historien ou l'inventeur; les faire connaître, c'est déjà rendre un grand service à l'histoire de l'horlogerie, mais c'est plus encore.

On ne fera probablement pas mieux que les échappements actuels; et, de fait, les efforts des chercheurs en chronométrie se dirigent obstinément vers le perfectionnement de l'organe réglant, soit pour le réglage aux températures variables, soit pour le réglage de marche proprement dit par le choix et l'ajustage des spiraux, de manière à réaliser un nouveau progrès d'isochronisme pratique. Mais, quand bien même le dernier mot serait dit sur l'échappement, l'histoire des échappements intéresse l'inventeur mécanicien; quelques problèmes de Mécanique pratique (le problème des compteurs par exemple) ont un certain rapport avec le problème beaucoup plus difficile des échappements des machines horaires; en vue de ces problèmes, la résurrection de la collection des échappements disparus sera précieuse pour les mécaniciens.

Comme les horlogers, ils seront reconnaissants à M. Gros d'avoir écrit un livre intéressant et utile.

JULES ANDRADE,
Professeur à l'Université de Besançon.

Petit (F.-R.), *Ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Aéronautique.* — **Les Hydraéroplanes.** ETUDE THÉORIQUE ET PRATIQUE DES AÉROPLANES MARINS. — 1 *vol. in*-16 *de* 84 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

Le court ouvrage de M. F.-R. Petit ne prétend sans doute pas être un exposé complet de la question, si complexe et si peu mûre, dont il traite.

Les premiers chapitres contiennent des aperçus théoriques, parfois bien sommaires et d'application assez floue[1], sur la dynamique de l'appareil complet et de ses flotteurs.

Un cinquième chapitre décrit « ce qui a été fait en hydroaviation » (l'auteur emploie, en effet, simultanément les termes *hydroaviation* et *hydraéroplane*, ce qui est bien peu logique au point de vue linguistique). C'est assurément ici que l'on trouvera les plus utiles renseignements. La documentation sur ce sujet est si éparse qu'il faut savoir gré à l'auteur d'avoir réuni des éléments relatifs à des appareils peu connus, comme le Paulat, le R. Beckmann, etc.

Dans un sixième et dernier chapitre, l'auteur énumère ce qu'il reste à faire : mais là encore ses indications sont bien rapides. La réunion des flotteurs aux appareils, par exemple, est un problème qui méritait quelques développements.

Au total, il serait injuste de reprocher à l'auteur de n'avoir pas fait une œuvre complète et bien au point. Le livre le plus utile que l'on puisse actuellement consacrer à l'avion marin, ce serait un recueil de faits, de mesures, de détails de construction, avec des indications aussi précises que possible sur les résultats comparatifs des différents types. De cet exposé se dégageraient naturellement des conclusions qui constitueraient un embryon de théorie. Mais un tel livre serait, il faut bien le reconnaître, presque impossible à faire; et, à son défaut, il est toujours profitable de consulter des opuscules tels que celui de M. F.-R. Petit, où l'on trouve des faits, et des idées souvent judicieuses. Une préface de M. André Beaumont, un maître en la matière, recommande d'ailleurs cet ouvrage.

R. CHASSÉRIAUD,
Secrétaire de la Commission permanente internationale d'Aéronautique.

[1] Il s'y trouve quelques lapsus et négligences (par exemple, « minimum » au lieu de « maximum », p. 17).

2° Sciences physiques

Ollivier (H.), *Maître de Conférences à l'Université de Lille.* — **Cours de Physique générale,** *à l'usage des candidats au certificat de Physique générale, au diplôme d'ingénieur électricien et à l'agrégation des sciences physiques. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille. Tome II* : **Thermodynamique et Energie rayonnante.** — 1 *vol. in*-8° *de* 295 *pages avec* 112 *figures.* (*Prix* : 10 *fr.*) *A. Hermann et fils, éditeurs. Paris*, 1913.

M. Ollivier a voulu combler une lacune en composant un traité de Physique qui permît aux étudiants, sachant un peu de Calcul différentiel et intégral et un peu de Mécanique, de s'initier rapidement aux aperçus les plus récents de la Physique moderne, sans aborder l'étude des mémoires originaux, indispensable cependant à qui voudrait aller un peu plus loin. En réalité, si les autres volumes ressemblent à celui-ci, l'ouvrage dépassera même son but en apportant à tous les physiciens un résumé précieux à consulter.

Réduire les chapitres à leurs notions les plus fondamentales, mais en gardant à ces notions un caractère précis et utilisable, c'est ce que l'auteur est parvenu à faire dans le tome relatif à la Thermodynamique et à l'Energie rayonnante, qui se trouve être publié le premier.

Les chapitres consacrés au deuxième principe de la Thermodynamique et à l'énergie utilisable mentionnent le caractère statistique du principe de Carnot, abordent la proposition connue sous le nom de Théorème de Nernst et introduisent, sans développements exagérés, le point de vue de Boltzmann Planck. Puis, le cas des gaz parfaits est étudié d'une façon étendue; peut-être le chapitre relatif aux chaleurs spécifiques des corps solides aurait-il gagné à être un peu plus développé.

Après l'étude de quelques systèmes univariants et un résumé de la théorie cinétique des gaz, l'ensemble de la Thermodynamique se trouve exposé d'une façon nette, concise et moderne en moins de 175 pages.

Le cadre de l'énergie rayonnante offre moins d'unité; la physique des radiations est aujourd'hui si touffue!

Autour des propriétés du corps noir, l'auteur a groupé les questions concernant la pression de radiation, le rayonnement des manchons incandescents et les phénomènes électro et magnéto-optiques; puis, passant à la Physique astronomique, il termine le volume par les spectres d'émission des gaz, en réservant au tome troisième l'étude complète de l'Optique.

La conception même de l'ouvrage exigeait des qualités exceptionnelles d'exposition et un grand discernement dans le choix des matériaux; la façon dont M. Ollivier a rempli cette tâche fait impatiemment attendre la publication du traité tout entier.

MAURICE DE BROGLIE.

Lermoyez (Marcel). — **Notions pratiques d'Électricité à l'usage des médecins.** — 1 *vol. in*-8° *de* 863 *pages.* (*Prix* 20 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1913.

M. Lermoyez est bien connu des lecteurs de la Revue par ses travaux d'otorhinolaryngologie. Aujourd'hui il change son fusil d'épaule et il se fait électricien. Cela peut paraître extraordinaire au premier abord, mais

en lisant le livre on voit qu'il comble une lacune importante. Cet ouvrage est, en effet, un véritable traité d'électricité industrielle écrit à l'usage des médecins. Ceux-ci ont constamment besoin, dans leur pratique courante, de se servir de cet agent, soit au point de vue thérapeutique, soit pour exciter des moteurs ou des photophores. On ne monte pas convenablement une installation médicale électrique sans avoir une connaissance sérieuse du sujet.

M. Lermoyez a acquis par une longue pratique les connaissances utiles, et son esprit curieux ne s'est pas désintéressé des fondements de la science électrique dont les applications lui étaient nécessaires. Il a alors réuni en un volume tous les éléments théoriques et pratiques qu'un médecin est à même de comprendre. L'appareil mathématique est donc complètement banni de ce livre; l'exposition en est par le fait même allongée, mais c'était une des nécessités de l'entreprise.

L'ouvrage est très complet; il contient des données numériques précieuses sur tous les sujets fondamentaux, il contient également des notes historiques sur la vie des grands hommes, qui sont profitables à lire.

Peut-être pourrions-nous formuler quelques critiques sur l'exposition des parties théoriques. Par exemple, page 77, il est dit : « Ce qui nous intéresse au point de vue pratique, ce n'est ni le maximum ni le minimum de l'intensité du courant alternatif, mais bien son *intensité moyenne*. Cette intensité moyenne se nomme *intensité efficace*. » Il y a ici une confusion; l'intensité moyenne d'un courant alternatif est nulle, et l'intensité efficace est celle d'un courant continu qui produirait la même action que l'alternatif dans un appareil de mesure. Si l'alternatif est sinusoïdal, le facteur d'efficacité est 1,41, mais cela n'est pas vrai pour tous les courants industriels, car il y en a, à Lyon par exemple, dont les harmoniques troublent assez notablement cette relation.

Nous indiquons ici cette critique pour donner plus de poids à nos louanges ; elle ne porte, en somme, que sur des points secondaires au point de vue où l'auteur s'est placé, et ne diminue en rien l'utilité de l'œuvre. Dans une deuxième édition les petites retouches analogues à celles-là seront très aisées à faire.

André Broca.
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

Rosenstiehl (A.), *Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.* — **Traité de la Couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique et harmonie des Couleurs.** — 1 *vol. in-8° de* xv-278 *pages, avec* 56 *figures et* 14 *planches coloriées.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

Le très important ouvrage que vient de publier M. Rosenstiehl est le résultat d'une longue carrière de recherches scientifiques et d'essais industriels couronnés de succès. Déjà, en effet, depuis 1871, l'auteur avait pu appliquer ses idées sur la couleur et les colorants et les faire triompher dans le domaine pratique, et ceux qui ont eu l'occasion de causer avec lui savent que le sujet qu'il expose aujourd'hui est un de ceux qu'il abordait le plus volontiers dans les moments de détente que lui laissait une lourde charge industrielle. On savait bien que M. Rosenstiehl avait sur la question des idées personnelles et qu'il avait trouvé le moyen, inconnu jusqu'à lui, d'harmoniser parfaitement ; on savait bien qu'il avait réformé l'œuvre importante, mais imparfaite, de Chevreul ; et ceux qui avaient besoin de renseignements à cet égard, soit pour leur enseignement, soit pour leur industrie, savaient où les trouver dans les nombreuses publications que l'auteur a faites depuis quarante ans ; mais ces publications étaient éparses et il était à souhaiter que les idées et les recherches de M. Rosenstiehl fussent réunies en un ouvrage complet. Voici qui est fait, et magistralement fait; il faut remercier M. Rosenstiehl du service très important qu'il rend à tous ceux qui s'occupent de la couleur à quelque point de vue que ce soit. Trop modestement, il déclare que le présent ouvrage ne fait que poser les fondations de l'édifice formé par l'ensemble des lois qui régissent l'harmonie des couleurs; nous avons la conviction que l'édifice est au contraire non seulement sorti des fondations, mais encore fort avancé ; nous serions très surpris que, d'ici longtemps, il y soit fait une retouche importante ou une addition capitale.

La meilleure analyse que l'on puisse faire de l'ouvrage de M. Rosenstiehl serait de citer en entier le chapitre qui le termine : « Résumé et Conclusions » (page 267); mais il faut laisser aux lecteurs le plaisir de trouver, quand ils arriveront à la fin d'un ouvrage qui les aura intéressés et instruits, ce clair rayon de lumière à la faveur duquel ils verront mieux les détails de l'ouvrage, si nombreux, si variés et si inattendus qu'il faut souvent s'y reprendre à deux ou trois fois pour les saisir tous.

L'ouvrage est divisé en vingt-cinq chapitres dont le premier indique les trois significations du mot « couleur » et le mauvais usage que l'on fait de ce mot pour désigner des choses extrêmement différentes ; l'auteur se propose très judicieusement de réformer le langage en réservant le mot couleur à la sensation colorée que l'œil peut éprouver même en l'absence de toute lumière, mais qu'il éprouve d'ordinaire quand des matières colorantes (et non pas des couleurs) modifient la lumière et en font une « lumière colorée ». La couleur peut être saturée si elle est exempte de blanc, mais en général elle est dite franche parce qu'elle est plus ou moins blanche. Le chapitre III donne la définition des expressions : nuance, teinte, tons, hauteur de ton, gamme, gamme esthétique, etc.

Comme on doit s'y attendre, le mélange des sensations joue dans tout l'ouvrage un rôle important. Pour l'étudier, M. Rosenstiehl a réalisé un appareil simple et ingénieux, basé sur la méthode bien connue des disques rotatifs. Le noir absolu ou presque absolu est réalisé par du velours noir formant le fond d'une caisse où la lumière pénètre par un orifice réduit; sur ce fond, les différents disques ou secteurs garnis de matières colorantes sont mis en rotation pour donner à l'œil leur résultante, c'est-à-dire le mélange des sensations ; parmi les expériences citées à ce sujet, l'une est particulièrement impressionnante : elle consiste à garnir les secteurs avec du vermillon ou de l'outremer; à la rotation, on obtient sur fond noir une couleur vive et foncée dont rien ne peut donner l'idée, preuve irréfutable que le mélange des sensations couleurs, qui avive extraordinairement l'impression produite, est très différent du mélange des matières colorantes, puisque l'addition d'un noir matériel quelconque au vermillon ou à l'outremer le ternit immanquablement. M. Rosenstiehl résume ceci en répétant ce qu'il a dit il y a longtemps : Le noir absolu ne ternit pas la couleur, il la fonce en lui laissant sa vivacité.

L'inverse se produit quand à une sensation-couleur on ajoute du blanc, qui la ternit infailliblement, comme le montre l'association de secteurs garnis de blanc et de secteurs garnis de matières colorantes, si peu étendus que soient les secteurs blancs.

Une autre observation faite par M. Rosenstiehl est l'influence du poli des surfaces, et elle donne l'explication de ce fait que tous les objets colorés et mouillés paraissent avoir une coloration à la fois plus vive et plus foncée que celle qu'ils possèdent une fois secs (Teinturier, riche en bain, dit-on dans la pratique); l'eau, formant vernis, augmente l'intensité de la sensation.

Le repérage absolu des matières destinées à fournir des sensations-couleurs types (chap. IV) est presque toujours très difficile, sauf pour le noir (velours) et le blanc (sulfate de baryum), qui peuvent être identiques à eux-mêmes; les gris qui en résultent se trouvent définis rigoureusement par des rapports. Malheureu-

sement, pour les sensations-couleurs, on manque de matières colorantes immuables qui peuvent servir d'étalons, et il faut adopter des colorants conventionnels; l'auteur emploie les feuilles colorées copiées sur le cercle chromatique de Chevreul (conservé à la Manufacture nationale des Gobelins), chromolithographié par Digeon, et il s'en sert pour définir l'intensité de coloration, les couleurs de même intensité de coloration, ainsi que les teintes et les tons obtenus avec l'un quelconque de ces colorants.

L'une des conséquences les plus importantes de la distinction qu'il faut faire entre le mélange des sensations et celui des matières colorantes, est la découverte d'une erreur très grave et acceptée par presque tout le monde, relative aux couleurs complémentaires; on a en effet longtemps regardé comme telles des couleurs qui ne le sont pas, et il faut effacer de toutes les mémoires et rayer de tous les ouvrages ce que l'on croyait jusqu'ici : Le rouge n'est pas la complémentaire du vert (Brucke); l'orangé n'est pas la complémentaire du bleu, ni le jaune la complémentaire du violet (Helmholtz). L'auteur a complété les expériences de Brucke et de Helmholtz, et il donne (page 60) les vraies complémentaires : c'est là un résultat fort important qu'on ne saurait trop mettre en valeur.

Comme il faut bien dans la pratique, pour provoquer des sensations-couleurs, se servir le plus souvent de matières colorantes, l'auteur examine le mélange de trois matières colorantes et la théorie de trois couleurs primaires (chap. X); il rappelle les conceptions de Lambert (pyramide de couleurs) et de Chevreul (cercle chromatique); il les critique à cause de la connaissance imparfaite du sujet par leurs auteurs qui ont négligé les découvertes de Newton; le cercle chromatique reste un document d'une exécution matérielle presque irréprochable, mais il a le grave défaut de placer les couleurs supposées complémentaires aux extrémités d'un même diamètre, alors que l'étude détaillée et rigoureuse des vraies complémentaires en donne une distribution beaucoup moins simple, mais exacte; en outre, Chevreul fait intervenir le mystérieux « nitens » qui désigne les couleurs plus brillantes que les teintures sur laine, ce qui est bien l'aveu que sa conception et la réalisation matérielle qu'il tente d'en fournir ne lui donnaient pas entière satisfaction.

M. Rosenstiehl, après la critique de Lambert et Chevreul, expose la théorie de Young, déjà vieille de plus de cent ans (1802-1807), mais mise en valeur seulement après les travaux de Helmholtz (trois sensations fondamentales : rouge, vert et violet), puis les expériences — au moyen de disques tournants — de Maxwell, et son fameux diagramme avec ses trois colorants fondamentaux : vermillon, outremer et vert-émeraude, ainsi que l'application faite par M. Dosne à l'étude de l'action destructive de la lumière sur les teintures (nouvel appareil à disques tournants).

Au chapitre XVI, l'auteur, examinant les divers moyens de produire la sensation colorée, énumère les actions physiologiques et les procédés physiques : dispersion, absorption, fluorescence, opalescence, irisation, matières colorantes lumineuses, interférence et diffraction; il y a lieu de citer tout particulièrement, comme phénomène peu connu, l'éclat impressionnant que prennent, lorsqu'on les éclaire par l'ultra-violet, les éosines et les rhodamines, alors que l'ultra-violet éclairant les autres rouges les rend noirs; il y a là de magnifiques expériences à reproduire ou à imaginer.

La deuxième partie du traité s'intitule : Applications au mélange des matières colorantes, et l'auteur y examine) : 1° la photographie des couleurs, dont il décrit très clairement et en détails les différents procédés de réalisation, les plus anciens et les plus récents (Lumière, Joly, Jougla); 2° les conditions de l'harmonie des couleurs, qui est l'objet principal et qui forme le couronnement de l'ouvrage. Cette dernière question a été l'objet de longues discussions. Les uns ont cherché des règles d'harmonie dans l'analogie avec la musique : ces analogies très artificielles ont souvent en outre été forcées; M. Rosenstiehl en fait définitivement justice. Les autres, se basant sur les propriétés physiologiques de l'œil — et non plus sur une extension arbitraire à l'œil des propriétés physiologiques de l'oreille — et particulièrement sur ce fait que l'œil qui a fixé une couleur devient momentanément aveugle pour elle, sont arrivés, grâce à une longue suite de travaux (Buffon, le P. Scherffert Gœthe, Rumford, Helmholtz, Rosenstiehl), à une règle de l'harmonie des couleurs. La règle de Rumford (1797) : Deux ombres colorées voisines sont en parfaite harmonie — et alors seulement — lorsqu'en les mélangeant intimement on obtient du blanc parfait, a été élargie par Gœthe. En associant les observations de Rumford et de Gœthe à la théorie de Young, on arrive aux lois de l'harmonie des couleurs. Young avait dit : Le blanc résulte de l'excitation simultanée des trois sensations colorées fondamentales. M. Rosenstiehl en a tiré ce qu'il appelle un corollaire et qui est devenu sa loi : « L'harmonie des couleurs résulte de l'excitation égale des trois sensations colorées fondamentales ».

En tenant compte de la difficulté d'accommodation de l'œil pour les différentes couleurs, due à leur inégale réfrangibilité, on en arrive à s'expliquer pourquoi certains couples de couleurs franches sont désagréables et fatigants, alors que d'autres sont plus facilement supportés ou même très agréables, et on en arrive presque involontairement à faire choix de certains couples de préférence aux autres, par exemple ceux qui comprennent le 2e orangé jaune ou le 3e orangé jaune qui correspondent au bois d'ameublement, aux cheveux et à la couleur chair.

Comme conséquence pratique de la loi d'harmonie des couleurs, l'auteur explique pourquoi le cercle chromatique de Chevreul, avec ses complémentaires incorrectes, n'a pas conduit au succès espéré; au contraire, il cite un certain nombre de tentatives, toutes couronnées de succès, réalisées par lui en industrie. Comme il y a là de multiples applications en perspective, M. Rosenstiehl donne, fort à propos, quelques exemples. On se surprend à suivre avec le plus vif intérêt la solution toujours claire, bien qu'assez laborieuse, de ces problèmes, et on s'en poserait à soi-même de semblables, tant on a de plaisir à posséder une méthode impeccable, pour arriver à un résultat assez délicat et très désirable : satisfaire l'œil par un ensemble de couleurs. Le lecteur est d'ailleurs récompensé de son effort quand il arrive à la fin de l'ouvrage où se trouvent reproduits avec tout le soin voulu et aussi tout le succès possible, des échantillons coloriés d'un très grand attrait et d'une grande beauté dont M. Rosenstiehl attribue tout le mérite à M. Louis Zuber (papiers) et à M. Amédée Jolly (laines).

On ne saurait trop conseiller la lecture de « Résumé et Conclusions », mais combien est savoureuse aussi la lecture des « aphorismes relatifs aux Couleurs »; j'en ai cité quelques-uns au cours de cette analyse. Tous sont à lire et à méditer; car, outre la pensée qui y est contenue, on y trouve une forme particulière, à l'auteur, toujours élégante et vive, faisant image et qui donne à ces aphorismes l'allure d'ordres précis à exécuter si on veut arriver au succès.

Le nombre des lecteurs de l'ouvrage de M. Rosenstiehl sera considérable, car tous les hommes cultivés ont intérêt à le connaître : mais une lecture ne suffit pas; c'est une étude approfondie que mérite cet ouvrage, et il restera longtemps l'œuvre la plus considérable que nous ayons sur les couleurs et leurs applications; il faut en remercier l'auteur et le féliciter de nous avoir fait profiter de son expérience, de sa patience, de ses recherches, de son érudition et de son talent.

P. Lemoult,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Noble (N.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien chef de service d'Aciéries.* — **Fabrication de l'acier.** 2e *édition.* — 1 *vol. in-8° de* 632 *pages, avec* 86 *figures.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

Une usine sidérurgique moderne réunit généralement trois services principaux : hauts-fourneaux, aciéries et forges ou laminoirs, car aujourd'hui on peut dire que la métallurgie du fer puddlé a presque complètement disparu pour laisser la place à celle des aciers fondus. L'aciérie se trouve donc être l'intermédiaire entre les hauts-fourneaux et les forges ou laminoirs qui transforment les lingots d'acier. C'est cette fabrication essentielle que l'auteur expose au double point de vue théorique et pratique, traitant la question en homme du métier, c'est-à-dire en n'entrant que dans les détails indispensables à l'ingénieur spécialiste. Toutefois, pour ne pas étendre son ouvrage, il n'empiète pas sur le domaine de la mécanique et de la construction, se bornant à donner les principes généraux des machines sans en décrire les détails d'exécution.

La caractéristique des grandes aciéries est le traitement des gros tonnages, grâce auxquels sont accrus le rendement de l'outillage ainsi que les économies de main-d'œvre et de combustible : la manutention des poids lourds, en effet, exige la substitution de l'énergie mécanique à la force humaine. Là, d'autre part, la fonte est employée liquide à la sortie du haut-fourneau ou du mélangeur et le lingot d'acier est dégrossi ou même entièrement laminé sans réchauffage. Enfin les gaz de hauts-fourneaux ou de fours à coke sont directement employés pour les divers chauffages de l'usine et pour les moteurs des soufflantes ou de la station centrale. Cette évolution a entraîné bien des progrès et ses manifestations devaient naturellement figurer dans la nouvelle édition du livre de M. Noble.

L'auteur se garde de faire la critique des divers types d'installations, car, à son avis, l'ingénieur qui est appelé à diriger une aciérie doit utiliser les appareils qui existent, et appliquer les méthodes qui conviennent à la nature des matières premières et à la situation de place. Il a non pas à innover, mais à perfectionner. La parfaite connaissance des éléments qu'il a sous la main et du parti qu'il peut en tirer lui suffira, et l'ouvrage de M. Noble, résumant d'une façon très claire tout ce qu'un aciériste doit connaître, lui sera à ce point de vue un guide sûr. On s'en rendra compte par les titres des principaux chapitres que nous rappelons : propriétés générales des aciers, étude de la conversion; garnissages; étude de l'affinage sur sole; chauffage et construction des fours Martin; procédés mixtes; lingots d'acier, comptabilité, etc.

Pour terminer, nous avons été surpris que l'auteur ait passé sous silence tout ce qui concerne la fabrication de l'acier au creuset et aussi l'emploi du four électrique, non seulement pour la préparation directe de l'acier, mais encore pour le raffinage du métal déjà affiné au convertisseur et au four Martin. C'est là cependant un emploi nouveau absolument réservé au four électrique et que cet appareil merveilleux tiendra d'ici quelque temps avec beaucoup de succès dans la plupart des grandes aciéries. Nous sommes persuadé que lors de la troisième édition de cet ouvrage, que nous souhaitons proche, cette application sera suffisamment entrée dans la pratique pour que M. Noble en fasse mention.

Emile DEMENGE,
Ingénieur civil.

3° Sciences naturelles

Barbey (A.). — **Traité d'Entomologie forestière.** — 1 *vol. in-8° de* 624 *pages, avec* 367 *figures dans le texte et* 8 *planches hors texte.* (*Prix* : 18 *fr.*) *Berger-Levrault, éditeur. Paris-Nancy*, 1913.

M. Barbey donne au public un remarquable ouvrage d'Entomologie forestière, qui est le premier en langue française, et qui, le premier, dans le monde entier, offre aux lecteurs un texte enrichi d'excellentes photographies ou de dessins tels, que les descriptions des insectes ou de leurs dégâts ont pu souvent passer au second plan (*Dendrectonus micans*, etc.). Presque toutes les illustrations sont originales et établies d'après des échantillons des collections de l'auteur, du Muséum, de la Station entomologique de Paris, etc. Ainsi, les forestiers, les propriétaires ou les gérants des bois n'ont pas besoin de connaissances spéciales en Entomologie pour déterminer l'état civil des ravageurs des forêts. Toutefois M. Barbey, dans une première partie de son livre, donne les caractères généraux et les subdivisions de la classe des Insectes.

Pour l'étude des différents parasites, l'auteur ne suit pas cette classification entomologique : les forestiers peuvent toujours, en effet, étant donné un dégât ou un insecte nuisible, déterminer l'essence et l'organe atteint. Pour faciliter donc leur tâche, les essences forestières sont considérées successivement, et, pour chacune d'elles, ses différentes parties : racines, écorce du tronc et des branches, intérieur du bois, rameaux, bourgeons, feuilles, etc. Enfin, pour chaque insecte, attaquant un organe déterminé d'une essence déterminée, on a la morphologie, la biologie, les moyens préventifs et répressifs.

Les Résineux, malgré leur petit nombre (Epicéa, Sapin, Pins, Mélèze), hébergeant de beaucoup la plus grande quantité d'ennemis, occupent la moitié du volume. Les Feuillus, qui viennent ensuite (Chênes, Hêtre, Peupliers, Orme, Frêne, Saules, etc.), ont une importance toute spéciale pour les sylviculteurs français qui ont particulièrement affaire à eux, et par suite à leurs ennemis, tout au moins jusqu'à maintenant. En effet, comme le constate M. Barbey, on tend de plus en plus, dans les reboisements, à remplacer ces essences par des Résineux, quand cela paraît possible, et souvent d'une façon trop arbitraire et trop absolue.

Le but de cet ouvrage, qui fait connaître le genre de vie et les mœurs des ravageurs des forêts, est essentiellement un but phytopathologique, en montrant la grande utilité de cette connaissance pour la recherche des moyens préventifs et répressifs à employer contre ces insectes. Pour chacun de ceux-ci sont, d'ailleurs, signalés les meilleurs procédés pour arrêter ou prévenir les invasions.

Les mesures préventives sont fondées d'une manière générale sur l'observation suivante : l'extension des invasions dépend des conditions météorologiques, de la nature des peuplements, de leur composition et de leur état de conservation. Aussi, comme le recommande l'auteur, — et cela à plusieurs reprises, — il faut étudier à fond les exigences du sol et les conditions climatériques, afin de pouvoir éduquer des peuplements sains dont chaque arbre soit placé dans les meilleures conditions hygiéniques en vue de mieux résister aux attaques des insectes ; il faut chercher ensuite à créer des massifs aussi panachés que possible en groupant par petits paquets des espèces ligneuses variées, et surtout en mélangeant intimement les Feuillus aux Résineux.

Pour lutter contre les ravageurs, les abris-piège et l'écorçage paraissent donner le plus souvent d'excellents résultats quand ils sont employés judicieusement, mais il ne faut pas généraliser aveuglément ces méthodes (*Tomicus bidens*). Les oiseaux insectivores (Pics) sont à protéger, en particulier dans les chênaies (*Coræbus bifasciatus*). L'utilisation des auxiliaires entomophages, déjà mise en pratique sur une vaste échelle, aux Etats-Unis, contre les *Liparis dispar* et *chrysorrhœa*, devrait attirer l'attention des forestiers.

M. Barbey est de plus un observateur consciencieux qui ne manquera pas d'attirer, par la lecture de son ouvrage, l'attention des personnes vivant dans les bois sur les manifestations de la vie animale qui se déroulent chaque jour sous leurs yeux. Il est difficile

de signaler ici tous les points intéressants du travail; notons, en passant, les divers chapitres relatifs aux Scolytides (différences dans la direction de la galerie d'entrée suivant qu'au moment de l'attaque l'arbre était debout ou couché; types des couloirs; ravages primaires et secondaires, etc.). Quoi de plus curieux et aussi de plus difficile à débrouiller que les mœurs de certains Curculionides (*Pissodes piceæ*, *P. notatus*, *Hylobius abietis*, etc.)! Citons encore les études très complètes sur la *Tortrix viridana*, dont l'évolution a été suivie par M. Barbey pendant plusieurs années; sur le *Gastropacha pini*, qui causa des dégâts considérables dans la forêt d'Ardon; sur la *Fidonia piniaria* et son invasion dans la pineraie du Reichswald; sur l'*Agrilus bifasciatus*, dont les travaux de forage dans les branches de chêne sont tout à fait remarquables; sur les divers *Lipuris*, en particulier sur la Nonne, quoiqu'elle ne soit pas un « spectre menaçant » pour les forêts françaises et suisses, mais qui peut le devenir, vu le grand développement que prennent, dans certaines régions, les reboisements avec des Résineux.

Enfin, le livre de M. Barbey s'adresse aussi aux architectes et aux entrepreneurs de menuiserie, dont l'attention est souvent attirée sur les dangers qu'il y a à édifier un immeuble soigné sans l'application des procédés antiseptiques qui ont pour but d'immuniser les charpentes et les poutraisons contre les atteintes des insectes (*Sirex*, vrillettes, *Callidium bajulus*, termites, etc.).

P. Vayssière,
Ingénieur-agronome,
Chargé de mission à la Station entomologique de Paris.

Deprat (J.) et **Mansuy** (H.). — **Etude géologique du Yun-nan oriental.**

Première partie : **Deprat** (J.). — Géologie générale. 1 *vol. gr. in-4° de* 370 *pages, avec* 19 *figures et* 20 *planches, accompagné d'un Atlas de* 178 *figures et* 8 *cartes.*

Deuxième partie : **Mansuy** (H.). — Paléontologie. 1 *vol. gr. in-4° de* 147 *pages avec* 25 *planches.*

Troisième partie : **Deprat** (J.). — Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indo-Chine et classification des calcaires à Fusulines. 1 *vol. gr. in-4° de* 77 *pages avec* 30 *figures et* 9 *planches.* (*T. I, fasc.* 1 *à* 3 *des Mémoires du Service géologique de l'Indo-Chine.*) *Imprimerie d'Extrême-Orient, Hanoï-Haïphong*, 1912.

Mansuy (H.). — I. **Mission du Laos.** — I. Géologie des environs de Luang-Prabang ; II. Mission Zeil dans le Laos septentrional. Résultats paléontologiques. — II. **Contribution à la géologie du Tonkin.** — Paléontologie. 1 *vol. gr. in-4° de* 82 *pages avec* 13 *planches.* (*T. I, fasc.* 4, *des Mémoires du Service géologique de l'Indo-Chine.*) *Imprimerie d'Extrême-Orient, Hanoï-Haïphong*, 1912.

Les volumineux fascicules que MM. Deprat et Mansuy ont récemment publiés sur la géologie du Yun-nan oriental constituent le tome premier des *Mémoires du Service géologique de l'Indo-Chine.* Le directeur du Service, M. H. Lantenois, à la disposition duquel ont été mis d'importants crédits, a tenu à présenter, avec toute l'ampleur qui convient : texte étendu, figures abondantes, nombreuses planches, les manifestations d'activité et de savoir des géologues placés sous sa haute autorité. Il faut souhaiter vivement que nos autres colonies, pays de gouvernement ou de protectorat, suivent au plus tôt cet exemple et comprennent la nécessité d'une semblable mise en valeur des recherches géologiques faites sur leurs territoires ainsi que des matériaux d'étude recueillis.

La région du Yun-nan décrite par M. J. Deprat comprend un long rectangle de 400 kilomètres, sur 100 kilomètres de largeur, limité au Nord par la boucle du Fleuve Bleu, s'arrêtant au Sud à Mong-tseu. Le terrain est très accidenté, surtout entre le Fleuve Bleu et Yun-nan-fou, où l'on rencontre des sommets atteignant 4.000 mètres. La dénudation du pays exploré facilite les recherches et les récoltes de fossiles, dont de belles séries ont été rassemblées.

L'auteur, après avoir donné un Aperçu géographique du Yun-nan oriental, étudie successivement les termes des séries stratigraphiques représentés. Le Cambrien est très développé. L'Ordovicien a été découvert au nord d'Yi-léang. Le Dévonien complet est extrêmement épais. Plusieurs niveaux du Dinantien ont été reconnus. Le Moscovien et l'Ouralien sont très développés. Le Permien et le Trias sont également bien représentés. Les marnes et les grès du Trias supérieur sont les derniers sédiments marins observés au Yun-nan. Au-dessus viennent des dépôts tertiaires et pléistocènes composés exclusivement de formations lacustres ou fluvio-lacustres.

M. Deprat consacre ensuite quelques pages à l'étude pétrographique et chimique des roches éruptives moscoviennes et permiennes du Yun-nan. Il donne également un résumé des ressources minières que contient la région : houilles carbonifères et triasiques, gîtes métallifères.

Puis une soixantaine de pages sont réservées à l'étude des plissements et des fractures. L'auteur distingue un certain nombre de zones tectoniques entre les massifs du Haut-Tonkin et le haut Fleuve Bleu : 1° une zone paléozoïque très plissée, écrasée contre le massif cristallophyllien et primaire du Haut-Tonkin ; 2° une zone triasique présentant des plis serrés et déversés (région de Mong-tseu) ; 3° une vaste zone paléozoïque occidentale qui offre un faisceau de plis se chevauchant graduellement vers le Sud et le Sud-Est et qui affecte la disposition d'un grand arc, dans la concavité duquel la masse, charriée vers le Sud, du haut Fleuve Bleu vient s'enfoncer.

Un Atlas, qui comprend un très grand nombre de coupes générales et détaillées, est annexé à ce fascicule. On se rend compte, en l'examinant, de la réelle habileté de l'auteur qui a pu, ainsi, en un temps relativement bref, après un an et quelques mois d'exploration, figurer une telle somme de coupes structurales, parmi lesquelles il est d'ailleurs parfois malaisé d'établir la part qui revient aux observations et celle qui revient à l'interprétation.

M. Deprat s'est livré, d'autre part, à une étude des Fusulinidés qui lui ont fourni de très beaux matériaux. Le Mémoire qu'il consacre à ces Foraminifères est largement illustré d'excellents dessins et de planches en phototypie. M. Deprat a consulté de nombreuses références bibliographiques, mais il ne paraît pas avoir utilisé les trois parties du Mémoire capital (posthume) : de E. Schellwien « Monographie der Fusulinen », paru dans *Palæontographica*, à partir de 1908 (descriptions publiées par les soins de Günter Dyhrenfurth — « Die asiatischen Fusulinen » — et de Hans von Staff). La même remarque peut être faite pour l'important mémoire de M. Hans von Staff : « Die Anatomie und Physiologie der Fusulinen » (1910), dont l'auteur ne fait pas mention.

On ne saurait trop féliciter M. H. Mansuy du labeur paléontologique qu'il a accompli. Les deux Mémoires qui forment sa part personnelle dans cette publication de l'Indo-Chine dénotent de grandes qualités de travail et de minutieuse observation. Les organismes fossiles que M. Mansuy a longuement étudiés appartiennent surtout au Paléozoïque et au Trias. Je ne puis entrer dans le détail des genres et des espèces d'Invertébrés dont il donne d'excellentes et très complètes descriptions. Le seul examen des planches donne une idée de l'abondance et de la variété des formes qui ont été recueillies dans notre colonie indo-chinoise et qui sont présentées d'une manière aussi consciencieuse que soignée.

Je ne voudrais pas terminer cette rapide analyse sans attirer l'attention des lecteurs de la *Revue* sur la confection matérielle de ces Mémoires. C'est vraiment

un beau travail typographique que celui des imprimeurs d'Hanoï Haïphong auxquels M. Lantenois a confié l'exécution des ouvrages de son Service : texte et reproductions graphiques. Les planches en phototypie : vues de paysages géologiques, photographies de fossiles, préparations de roches, ont été exécutées à Paris par les soins de M. Louis Mémin.

ANTONIN LANQUINE,
Vice-Président de la Société géologique de France.

Garin (Charles). *Chef des travaux de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Recherches physiologiques sur la fixation et le mode de nutrition de quelques Nématodes parasites du tube digestif de l'homme et des animaux** (*Annales de l'Université de Lyon, Sciences-Médecine, fasc.* 34). *1 vol. in-8° de* 160 *pages, avec* 35 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.*). *Rey, Lyon, et J.-B. Baillière, Paris,* 1913.

Les Nématodes intestinaux ne se nourrissent pas, comme on l'a cru pendant longtemps, aux dépens des produits assimilables, renfermés dans le tube digestif de leur hôte; ce sont vraiment des parasites, qui vivent aux dépens de la paroi intestinale. Les uns, comme l'*Ascaris lumbricoïdes*, le *Belascaris canis*, ne se fixent que peu ou point à la surface de l'intestin ; ils ingèrent les sécrétions de l'épithélium ou les éléments superficiels de celui-ci, et les lésions qu'ils provoquent, dues au frottement de leur corps, sont minimes. Les *Ascaris Adenogera* et *rotundata*, par contre, se fixent d'une façon indéniable et s'enfoncent profondément dans la paroi; ils se nourrissent des liquides exsudés au niveau de la blessure qu'ils font à l'intestin, et surtout de globules blancs; il semble que ceux-ci subissent une digestion exogène, qui ne peut être due qu'à l'action d'une sécrétion buccale, d'une insalivation préliminaire de son aliment par le parasite. Ce phénomène se retrouve chez d'autres espèces, comme nous allons le voir.

Le Sclérostome, l'Ankylostome, les *Strongylus*, le Trichocéphale, etc., etc., se nourrissent surtout de sang : les uns réalisent l'attaque de la paroi par un appareil buccal armé de dents aiguës et d'une pompe pharyngienne puissante (Sclérostomiens) ; d'autres, terminés en pointe effilée, perforent lentement la paroi avec leur appareil buccal délicat et acéré (Trichocéphales). Certains parasites faiblement armés peuvent creuser les parois du tube digestif, en dissolvant, de proche en proche, les tissus qu'ils rencontrent, par l'intermédiaire d'une salive digérante qu'ils rejettent sans cesse. Le *Gnathostomum hispidum* de l'estomac du Porc, comme l'Oxyure vermiculaire, dépose des œufs dans les galeries qu'il creuse, au milieu des débris purulents de la zone nécrotique.

L. CUÉNOT,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Terroine (Emile). — **La Sécrétion pancréatique.** — *1 vol. de* 133 *pages avec graphiques, de la Collection de monographies publiée sous la direction de* M. A. DASTRE. (*Prix* : 5 *fr.*) *Hermann fils, éditeurs. Paris,* 1913.

La sécrétion externe du pancréas est un des chapitres de la Physiologie qui ont été les plus étudiés et les plus rénovés en ces dernières années. Cette étude est non seulement intéressante au point de vue de la fonction pancréatique considérée en elle même; mais, à un point de vue plus général, elle jette un jour nouveau sur le fonctionnement harmonieux du tube digestif et sur le mécanisme des sécrétions glandulaires.

L'auteur étudie successivement : la mise en évidence de la fonction sécrétoire du pancréas, les caractères, les excitants normaux de la sécrétion pancréatique, le mécanisme de l'action excito-sécrétoire des acides ; il discute l'influence du système nerveux, montre le caractère humoral de la sécrétion pancréatique et en étudie le mécanisme. Un index bibiographique des plus précieux termine l'ouvrage.

Deux plans s'offraient à l'auteur dans l'exposé de nos connaissances sur la sécrétion pancréatique : ou bien, comme il le dit, « présenter aux lecteurs les pièces du débat et, sans prendre position, le laisser choisir sur les nombreux points controversés » ; ou bien prendre nettement parti et, dans le but de défendre l'opinion qui lui paraît la bonne, « grouper les preuves sans se soucier de l'ordre historique des travaux dans lesquels elles étaient puisées ».

Ce plan était plus séduisant; il devait être plus intéressant à suivre pour le lecteur. M. Terroine l'a choisi, et certes son ouvrage présente un enchaînement logique, sa lecture est rendue facile. Cette manière de faire a conduit l'auteur à porter un jugement précis sur certains points encore en discussion et à critiquer certains travaux d'une façon qui paraît sévère.

D'autre part, à côté de l'index bibliographique répondant à chaque chapitre, il eût été utile et instructif de donner un index des différents travaux rangés par ordre chronologique; le lecteur aurait eu ainsi une idée nette de l'historique de la question et se serait mieux rendu compte de la genèse de nos connaissances et de l'effort de chacun, phase par phase, dans la constitution de ce chapitre de la Physiologie.

Le livre de M. Terroine, aussi documenté qu'il est possible, représente sous un petit volume un travail considérable, avec une contribution personnelle et originale importante.

Dr JEAN CAMUS.

4° Sciences médicales

Batailler (Dr A.), *Professeur à l'Ecole pratique de Commerce et d'Industrie de Cette*, et **Tresfont** (E.), *Avocat à la Cour d'Appel de Montpellier.* — **Cours d'Hygiène générale et industrielle.** — *1 vol. in-16 de* VIII-382 *pages avec* 148 *figures.* (*Prix cart.* : 5 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

Le livre que MM. le Dr Batailler et Tresfont offrent au public fait partie de la *Bibliothèque de l'Enseignement technique.* Il est destiné surtout aux élèves des écoles commerciales et industrielles, dont le programme comporte les matières contenues dans le volume, mais que le temps par trop réduit consacré au cours spécial d'Hygiène ne permet pas d'approfondir suffisamment.

A l'heure actuelle, on n'a plus le droit de se désintéresser des questions d'hygiène, tant en vue de l'intérêt particulier que de l'intérêt général. Quiconque a le souci de se bien porter et de faire honneur à ses affaires doit savoir et comprendre ce qu'il faut faire pour se tenir en bonne santé. Le père de famille y est contraint pour les siens, le commerçant et l'industriel pour les ouvriers et les employés qu'ils occupent.

Ainsi qu'ils l'expliquent dans leur préface, les auteurs n'ont pas voulu faire une œuvre scientifique accessible seulement aux initiés; ils se sont efforcés de parler un langage simple et d'éviter les expressions techniques par trop abstraites. Ils s'adressent aux personnes qui n'ont ni le temps ni les moyens de consulter les traités spéciaux d'anatomie, de physiologie, de bactériologie, d'hygiène de l'habitation ou d'hygiène industrielle. Et quand je dis « personnes », je ne parle pas seulement des jeunes gens qui ont à préparer un concours ou à subir un examen, je veux désigner tous ceux dont les études antérieures, les occupations, ne leur permettent pas de se documenter suffisamment sur chacun des points traités dans le volume dont nous parlons. Le praticien même y trouvera quelques données intéressantes sur la législation qui a trait à l'hygiène et à la sécurité des ouvriers. Enfin, les jeunes gens qui préparent le concours à l'inspection du travail y puiseront les parties essentielles et indispensables de l'anatomie et de la physiologie qui, sans faire partie du programme, sont nécessaires pour la compréhension des principes de l'hygiène qu'ils auront à faire appliquer.

P. BOULIN,
Inspecteur divisionnaire du Travail

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Décembre 1913.

Séance publique annuelle. **M. F. Guyon** rappelle le nom et l'œuvre des membres de l'Académie morts au cours de l'année écoulée. — M. le Secrétaire perpétuel proclame les noms des lauréats des prix décernés par l'Académie. — **M. G. Darboux** prononce l'éloge de Henri Poincaré.

Séance du 22 Décembre 1913.

M. **Edmond Perrier** est élu vice-président de l'Académie pour 1914.

1° Sciences mathématiques. — **M. G. Humbert** : Sur les formes quadratiques. — **M. G. Darmois** : Sur les courbes algébriques à torsion constante. — **M. G. Tzitzeica** : Sur les réseaux à invariants égaux et à suite de Laplace periodique. — **M. B. Hostinsky** : Sur les courbes fermées à torsion constante. — **M. A. Chatelet** : Sur la multiplication complexe. — **M. E. Esclangon** : Sur les fonctions quasi-périodiques moyennes déduites d'une fonction quasi-périodique. — **M. Kampé de Fériet** : Sur le développement d'une fonction en série de polynomes ultra-sphériques. — **M. K. Popoff** : Sur les équations de Fredholm de première espèce. — **M. J. Chazy** démontre la proposition suivante : Dans le problème des n corps, quand t croît indefiniment, il est impossible que les n corps se separent, les uns restant indéfiniment isolés des $n-1$ autres, les autres formant des systèmes de deux corps dont la distance tend vers 0 avec ou sans chocs, et qui restent indéfiniment isolés des $n-2$ autres. — **M. Em. Belot**, en étendant une théorie de Faye sur la condensation du soleil primitif, explique comment le système planétaire présente à la distance de Jupiter une masse maximum, à la distance de Saturne une masse à densité minimum, et entre Saturne et Uranus une distance séparant les planètes à rotation directe des planètes à rotation rétrograde. — **M. St. Chevalier** montre que, quand on photographie un astre à diamètre sensible avec un objectif achromatisé pour les rayons G et H, sur plaque au gélatinobromure d'argent, et que la pose et le développement sont conduits de manière à obtenir des bords francs, sans que le centre perde la transparence nécessaire pour bien laisser voir les détails de la surface, le diamètre vertical de l'astre est augmenté par la dispersion atmosphérique d'une quantité égale à 0″, 17 tang z. — **M. Borrelly** décrit les changements observés dans la nébuleuse de Tuttle à l'Observatoire de Marseille. — **MM. E. Esclangon, J. Guillaume, Giacobini** et **P. Chofardet** communiquent leurs observations de la comète Delavau (1913 f) faites respectivement aux Observatoires de Bordeaux, Lyon, Paris et Besançon.

2° Sciences physiques. — **M. P. Idrac** montre que le magnétarium de Wilde ne saurait rendre compte des phénomènes du magnétisme terrestre. Il permet cependant d'affirmer que les anomalies de la distribution du magnétisme sont, en grande partie, dues à l'effet magnétisant des mers. — **M. Th. de Donder** étudie le mouvement de la chaleur dans un corps athermane. — **M. J.-M. Crafts** donne une formule qui permet, au moyen de deux déterminations de points d'ébullition d'un corps, sous des pressions aussi écartées que possible, de calculer toutes les autres tensions de vapeur par comparaison avec une autre substance étalon, le naphtalène : $T - T' = (T''_a - T'''_a)\,C$, où T et T′ sont les points d'ébullition d'une substance quelconque sous des pressions P et P′, T″ et T‴ les points d'ébullition sous les mêmes pressions de la substance étalon et C une constante pour toutes les températures. — **M. P. Weiss** déduit de ses observations sur les alliages des métaux ferro-magnétiques que le champ moléculaire est une fonction homogène de degré — 6 des distances moléculaires. La loi d'action ainsi trouvée vient à l'appui des raisons pour lesquelles le champ moléculaire n'est pas magnétique. — **M. P. Sélényi** montre que, si la lumière venant d'une source située dans un milieu moins réfringent passe dans un milieu plus réfringent, une partie de cette lumière se propage à l'extérieur du cone de réflexion totale en ondes sphériques inhomogènes. — **M. G. Sagnac** a poursuivi ses expériences au moyen de l'interférographe tournant. Le résultat des mesures montre que, dans l'espace ambiant, la lumière se propage avec une vitesse V_0, indépendante du mouvement d'ensemble de la source lumineuse et du système optique. Cette propriété de l'espace caractérise expérimentalement l'éther lumineux. — **M. M. de Broglie** a enregistré photographiquement le spectre des rayons Rœntgen d'une anticathode de tungstène en employant un analyseur de sel gemme. L'effet de la température sur l'intensité d'un maximum de diffraction ne dépend pas de l'angle que fait avec le faisceau incident la direction de ce maximum. — **M. A. de Gramont** décrit un spectre de bandes de l'aluminium qu'il a observé au chalumeau oxyacétylénique avec Al libre et ses composés haloïdes. Les composés oxygénés de l'Al ne donnent pas ce spectre. Un certain nombre de minéraux contenant de l'Al fournissent également ce spectre. — **M. F. Bourrières** préonise l'observation du mouvement brownien aux grossissements linéaires supérieurs à 20.000 Il apparaît ainsi comme composé de deux mouvements : le premier, d'amplitude de l'ordre du micron, assez net, mais d'une grande douceur et élasticité d'ensemble, tenant tout le champ; l'autre, d'amplitude de l'ordre de 1/50 de micron, d'allure vive et trépidante. — **M. V. Schaffers** établit la loi des courants de lueur dans les champs cylindriques. — **M. R. Marcelin** montre qu'un complexe physico-chimique en voie de transformation est constitué par deux systèmes qui évoluent en sens inverse : le système progressif, dont la masse augmente, le système régressif, dont la masse diminue. La vitesse qu'on observe est la résultante des vitesses de chacun d'eux. — **MM. M. Gompel et V. Henri** ont déterminé l'absorption des rayons ultra-violets par les alcaloïdes du groupe de la morphine et par le phénanthrène. La courbe d'absorption de l'apomorphine se rapproche beaucoup de celle du phénanthrène et diffère assez fortement de celle de la morphine. — **M. M. Nicloux** a reconnu que l'hémoglobine des globules sanguins, mise au contact de mélanges de CO et d'O, se combine aux deux gaz dans des proportions définies par leur tension respective dans le mélange et régies par la loi d'action de masses. — **M. P. Gaubert** a étudié les propriétés des cristaux liquides mixtes. Les faits observés s'expliquent en admettant que les substances donnant des cristaux liquides positifs peuvent présenter aussi une phase optiquement négative mise en évidence par le mélange avec une substance négative. — **M. Ch. Staehling** a repris les expériences de MM. Hoffmann et Wolff sur la séparation du radium D et du plomb par transformation en tétraphénylplomb et a obtenu des résultats entièrement négatifs. — **M. J. Riban** rappelle qu'il a déjà indiqué il y a trente ans l'action de l'oxychlorure de carbone sur les phosphates et les oxydes. — **MM. G. Bertrand** et **H. Agulhon** décrivent une méthode de dosage de quantités extrêmement petites de bore dans les

matières organiques. Elle est basée sur les longueurs différentes de coloration que prennent des bandelettes de papier de curcuma lorsqu'elles plongent dans des solutions boriquées additionnées d'HCl. — M. F. Bodroux montre que la faculté de donner naissance, dans de bonnes conditions, en présence de l'eau et d'un catalyseur acide, à des éthers-sels, est spéciale à certains acides monobasiques à fonction simple et aux alcools primaires saturés de la série aliphatique. L'auteur admet la formation intermédiaire d'un composé $R.C(OH)^2X$. — M. R. Lespieau, en faisant réagir l'éther chlorométhylique sur le dérivé bimagnésien du bipropargyle, a obtenu l'éther $CH{\equiv}C.CH^2.CH^2.C{\equiv}C.CH^2OCH^3$, Eb. 67°,5 sous 11 millimètres. — M. E.-E. Blaise décrit une nouvelle méthode de préparation des acides α-cétoniques, qui consiste à traiter l'acide α-oxyisobutyrique par le chlorure d'éthyloxalyle, puis à préparer le chlorure de l'acide obtenu et à condenser ce dernier avec un dérivé organo-métallique mixte du zinc, ce qui conduit au cycloacétal mixte de l'acide α-cétonique cherché. — MM. Sommelet, en faisant réagir les éthers-oxydes chlorés sur le benzène et ses homologues, a obtenu avec de bons rendements le chlorure de benzyle et ses homologues. — MM. A. Pictet et M. Bouvier ont isolé du goudron de houille obtenu dans le vide deux hydrocarbures $C^{10}H^{20}$ et $C^{11}H^{22}$, Eb. 172-174° et 189-191°. Le premier a été identifié avec l'hexahydrure de durène ; le second est probablement son homologue supérieur. — M. R. Combes a reconnu que le pigment jaune qui se forme dans les feuilles de Vigne vierge pendant la période de végétation active peut être obtenu expérimentalement, en dehors de l'organisme, par oxydation du pigment anthocyanique rouge des feuilles d'automne. — M. J. Wolff montre le rôle catalytique du fer dans le développement de l'orge ; il agit sur la plante à des doses si petites qu'elles ne peuvent être appréciées avec certitude par l'analyse chimique la plus minutieuse. — MM. A. Fernbach et M. Schoen ont constaté que la levure produit de l'acide pyruvique au cours de la fermentation.

3° Sciences naturelles. — M. R. Robinson signale un cas de destruction étendue de l'encéphale chez un homme qui a survécu pendant une année sans trouble grave. Ce fait ne concorde pas avec la théorie des localisations physiologiques de l'encéphale. — MM. I.-G. Garfounkel et J. Gautrelet ont étudié l'action de quelques colorants en injection sur le cœur et la pression. Le bleu de méthylène et la thionine sont toxiques à partir d'une certaine dose, tandis que l'hématoxyline à 1 % ne l'est pas; elle est à recommander en clinique pour les explorations d'organes. — M. A. Gruvel signale la présence de l'anchois en grande abondance sur la Côte occidentale d'Afrique, particulièrement dans la grande baie de Dakar-Rufisque, où les pêcheurs pourraient aller le capturer en quantités. — M. Ch. Gravier a étudié l'incubation chez certains Alcyonaires de l'Antarctique. Elle s'exerce en général au profit d'un nombre très limité d'œufs relativement volumineux, ce qui contribue singulièrement à la protection des jeunes. — M. Em. Yung a étudié la distribution verticale du plankton dans le lac de Genève. Sur le fond de 70 mètres, il habite abondamment toute l'année l'épaisseur entière de l'eau. Sur le fond de 350 mètres, il est condensé pendant 150 mètres et devient très rare au-dessous. — M. M. Delassus montre que la faiblesse des réserves de la graine a une influence considérable sur le développement général et l'anatomie des plantes qui en proviennent, influence comparable à celle qu'exerce la suppression artificielle d'une partie des réserves de la graine. — MM. L. Blaringhem et L. Miège donnent les résultats de l'étude anatomique des pailles de différents blés. A ce point de vue, les espèces *Triticum Spelta*, *durum* et *monococcum* sont très homogènes et bien distinctes. Les pailles des blés hybrides sont de véritables mosaïques hétérogènes et instables de caractères appartenant aux espèces homogènes. — M. Ad. Lucet a reconnu que le mouvement exerce une action biologique favorable aussi bien sur les microbes que sur les êtres plus complexes, et que cette action est susceptible d'être utilisée en bactériologie, au moins quand il s'agit d'obtenir des récoltes plus abondantes de corps microbiens. — M. A. Michel-Lévy a étudié les effets du métamorphisme granitique dans les tufs éruptifs carbonifères des environs de Mâcon. Il s'y est formé de très fins cristaux polysynthétiques de mica noir, au sein même des anciennes lamelles hexagonales de mica noir; puis se sont développées de fines éponges de micropegmatite et de quartz poecilitique; on aboutit ainsi à de véritables microgranites. — M. Pereira de Sousa a déterminé une série de roches recueillies dans le nord de l'Angola. Parmi elles se trouvent des roches alcalines (syénites néphéliniques et roches annexes) qui comblent la lacune qui existait encore dans la dissémination de ces roches sur le pourtour de l'Afrique. — M. Em. Haug a recherché, sur le versant méridional de la Sainte-Baume, les trois séries de nappes superposées, séparées par des surfaces de charriage, qu'il avait observées dans la région de Méounes. La nappe moyenne s'est étirée graduellement vers l'Ouest et n'existe plus dans le ravin de Saint-Pons. — M. J. Blayac montre que les trois terrasses de la Garonne, reconnues en amont de Toulouse et en aval jusqu'à Marmande et Beautiran, se retrouvent avec leurs mêmes caractères et la même disposition géographique dans la vallée inférieure du fleuve, tout au moins jusqu'au bec d'Ambez. Deux d'entre elles, les plus anciennes, avaient été confondues avec la formation bien imprécise dite du Sable des Landes. — M. A. Bigot a constaté que la zone bocaine affecte une disposition monoclinale. L'ensemble de la zone a été poussé du Nord au Sud, mais ses différentes régions ont obéi inégalement à la poussée. — M. Arm. Viré a fait effectuer par divers sourciers, au moyen de la baguette divinatoire, la reconnaissance de la présence d'eaux, de cavités, de métaux, de divers minéraux, en en déterminant la nature, la forme et la profondeur. Les résultats trouvés ont été reconnus exacts, avec une très grande précision.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Décembre 1913.

Séance publique annuelle. M. R. Blanchard présente le Rapport général sur les prix décernés en 1913. — M. P. Reclus lit l'éloge de Paul Berger.

Séance du 23 Décembre 1913.

M. Duguet est élu vice-président pour 1914. — M. R. Blanchard est réélu secrétaire annuel. — M. le Président annonce la mort du Dr Zambaco, associé national, et de M. Empis, membre titulaire.

Séance du 30 Décembre 1913.

M. A. Robin présente un rapport sur un travail du Dr Dinguizli, relatif au diabète sucré et à son traitement sans régime d'après la méthode d'Avicenne. Ce dernier préconisait l'administration de semences de fenugrec, de lupin et de semen-contra. Ce traitement, appliqué par l'auteur à 39 diabétiques, a provoqué, dans la plupart des cas, une forte diminution de la glycosurie; il mériterait d'être étudié sérieusement. — MM. F. Bezançon et A. Philibert montrent l'importance clinique de la méthode d'homogénéisation des crachats pour le diagnostic de la tuberculose. Dans 25 cas, ils ont pu par cette méthode dépister la tuberculose, qui aurait échappé si l'on s'était contenté de faire l'examen direct. Ce n'est que lorsqu'elle sera négative qu'il y aura lieu de recourir à l'inoculation au cobaye.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Décembre 1913.

MM. **Ollive** et **Collignon** ont isolé du sang d'un des malades de l'épidémie de Cholet un bacille nouveau, qui constitue une variété du bacille de Friedländer. Une crème de blanc d'œufs, ensemencée avec ce bacille, puis administrée à un cobaye, l'a tué en quarante-huit heures. — M. **H. Iscovesco** a étudié les propriétés physiologiques du lipoïde II Bd extrait de la partie médullaire des capsules surrénales. Il excite légèrement les capsules, davantage le cœur et les organes génitaux. — MM. **A. Gouin** et **P. Andouard** ont constaté que, chez le porc, le sucre diminue notablement les pertes dans le bilan azoté et augmente la proportion de l'azote non digéré. — MM. **J. Arlo** et **B. Certain** ont reconnu que les hémolysines apparaissent dans le sérum des animaux préparés dès le lendemain de l'injection d'hématies. Deux injections d'hématies, faites à huit jours d'intervalle, sont suffisantes pour donner au sérum son pouvoir hémolytique le plus élevé. — M. **J. Déjerine** a observé, dans trois cas de sclérose des cordons postérieurs accompagnée de sclérose des cordons latéraux, un syndrome sensitif spécial, caractérisé par l'intégrité des sensibilités superficielles avec altération très marquée des sensibilités profondes. — MM. **R. Debré** et **J. Paraf** ont déterminé chez le singe une méningite cérébro-spinale aiguë par injection de gonocoques dans le canal rachidien et l'ont guérie par traitement avec le sérum antigonococcique. — M. **W. Oechsner de Coninck** indique une technique précise de la réaction de la murexide. — M. **W.-R. Thompson** montre qu'il n'y a pas de relation nécessaire entre la taxonomie des Lépidoptères et la spécificité de leurs parasites. — MM. **J. Mawas**, **A. Mayer** et **G. Schaeffer** ont constaté que la plupart des méthodes de fixation utilisées en cytologie nerveuse font disparaître de la cellule une grande partie des éléments lipoïdes. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** ont étudié la structure du gland de quelques Carnivores. L'hyène, le paradoxure et l'ictide noir de Bornéo possèdent un squelette glandaire fibreux; la mangouste, la nandinie, la galidie, la civette possèdent un os pénien. — MM. **C. Levaditi**, **A. Marie** et **de Martel** ont sensiblement amélioré deux malades atteints de paralysie générale par une injection, sous la dure-mère cérébrale, de sérum de lapin salvarsanisé. Ce médicament paraît provoquer une réaction intense des méninges cérébrales, mais les accidents du début ne sont pas suivis de troubles persistants. — MM. **A. Gilbert**, **A. Tzanck** et **R.-A. Gutmann** montrent qu'entre les sons et les bruits il existe une différence, non pas de complexité, mais de nature. Un bruit pur ne comporte pas de tonalité.

Séance du 20 Décembre 1913.

M. **Cl. Gautier** a constaté que, dans le plasma de sang de bœuf rendu incoagulable par le suc hépato pancréatique d'écrevisse, on peut mettre en évidence le fibrinogène par sa propriété de coagulation par la chaleur à 56°. Dans le sang de grenouille rendu incoagulable par le même suc, il ne se produit aucune coagulation d'un protéique entre 56 et 64°. — MM. **L. Matruchot** et **P. Desroche** ont étudié les dégagements d'H^2S de la pièce d'eau des Suisses à Versailles. Ce gaz est détruit au fur et à mesure de sa formation par l'O dissous dans l'eau et par des Algues sulfureuses, des *Thiothrix* et des *Chromatium* vivant dans une sorte de symbiose, qui l'oxydent. — M. **P. Carnot** montre que les liquides diarrhéiques provoquent par eux-mêmes une exagération considérable du péristaltisme intestinal, qui aboutit à leur évacuation rapide. — M. **Ch.-A. François-Franck** présente le résultat de ses recherches sur la topographie de l'appareil coronaire artério-veineux des Sélaciens. — M. **J. Nageotte** a reconnu que les fibrilles longitudinales qui se forment dans l'appareil de Schwann des fibres nerveuses dégénérées sont des axones amyéliniques, provenant probablement du sympathique. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** ont constaté que l'os pénien des Mustélidés est glandaire et rétroglandaire; il est généralement impair, mais se termine quelquefois par deux osselets pairs. — M. **G.-A. Krolunitsky** montre que l'irradiation du foie a pour effet, comme l'injection intrarectale des substances alimentaires, de juguler, quoique moins effectivement, la leucocytolyse provoquée par le repas de viande. — MM. **F. Dévé** et **M. Guerbet** signalent un nouveau cas de suppuration gazeuse spontanée d'un kyste hydatique du foie avec présence exclusive d'un microbe strictement anaérobie, probablement le *Bacillus perfringens*. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** ont reconnu que la polyurie dite hypophysaire semble due beaucoup plus, sinon uniquement, à la lésion de la région interpédonculaire de la base du cerveau. Cette polyurie s'accompagne souvent d'atrophie génitale. — MM. **H. Stassano** et **M. Gompel** ont observé que le bichlorure est le sel de mercure qui agit le plus promptement et efficacement sur l'albumine, en augmentant sa coagulabilité naturelle par la chaleur. Le cyanure suit de près, puis le benzoate, et en dernier lieu le biiodure. — MM. **H. Salin** et **J. Reilly** montrent qu'on peut assister à la formation locale d'anticorps, après injection d'antigène, dans l'espace sous-arachnoïdien. — M. **J. Jolly** a constaté qu'il existe une relation entre la bourse de Fabricius et les testicules : la bourse involue chez le poulet exactement au moment où les testicules arrivent à maturité. — MM. **H. Claude** et **J. Rouillard** ont observé que la thyroïdectomie, pratiquée sur deux procréateurs (lapins) un peu avant l'accouplement, n'a pas empêché la reproduction, mais elle a déterminé chez les descendants : d'une part un arrêt de développement très net, d'autre part des signes indiscutables de rachitisme. — MM. **A. Morel** et **G. Mouriquand** déduisent de leurs analyses comparatives que le sang du fœtus à terme n'a pas, au point de vue de la répartition des substances azotées non protéiques, de caractéristique propre : sa composition suit celle du sang de la mère. — M. **A. Guilliermond** étudie l'évolution du chondriome de l'asque de *Pustularia vesiculosa* pendant les mitoses et la formation des spores. — M. **L. Camus** présente un appareil pour remplir les tubes de vaccin. — MM. **F. Widal**, **P. Abrami** et **Et. Brissaud** montrent que les anomalies de la réaction de Donath et Landsteiner proviennent d'une adhésion inégale des éléments hémolytiques sur l'hématie.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 16 Décembre 1913.

M. **E. Pringault** signale la présence du *Trypanosoma vespertilionis* chez une sauve-souris capturée à Marseille. Les parasites étaient très abondants dans le sang et montrèrent une longue vitalité entre lame et lamelle. — M. **G. Daumézon** a observé l'existence d'un germe microbien, voisin de la forme *Proteus*, dans le milieu intérieur d'une Ascidie alimentaire. — MM. **H. Alezais** et **Ch. Mattei** signalent dans la glande thyroïde des athrepsiques la présence d'une néoformation conjonctive présentant les caractères d'une sclérose dystrophique. — MM. **Sénez** et **Ranque** ont fait plus de 4.000 injections d'un vaccin antityphique obtenu par action de l'iode sur le bacille d'Eberth. Les réactions générales consécutives sont très rares; aucune des personnes vaccinées n'a contracté la typhoïde. Les auteurs présentent l'appareil servant à la préparation de ce vaccin et un remplisseur aseptique d'ampoules.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Décembre 1913.

M. **B. Auché**, par inoculation au cobaye du lait de six femmes, dont quatre sont atteintes de tuberculose au 2e degré et dont deux présentent les symptômes du

1er degré, n'a jamais déterminé la production de lésions tuberculeuses. — MM. **Bonnefon** et **Lacoste** présentent de nouvelles recherches sur la transplantation expérimentale de la cornée, qui mettent en lumière le rôle passif du greffon et le rôle actif du porte-greffe, qui demeure dans tous les cas le véritable agent de la régénération transparente.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 8 Décembre 1913.

M. **A. Broquin-Lacombe** montre que le *Bacillus mesentericus niger* n'est pas identique au *Bacillus lactis niger*. Il s'en différencie non seulement par le plissage du voile, mais encore par la coloration du voile et de la culture en milieu synthétique. — M. **R. Collin** a observé que, si la substance chromatophile de la cellule nerveuse n'est pas préformée sous la forme de corps de Nissl proprement dits, les granulations colloïdales dont la précipitation donne naissance à ces derniers sont disposées de préférence dans les points de la cellule où l'on trouve un fin réseau neurofibrillaire. — M. **M. Dufour** montre que l'œil possède des ressources physiologiques qui lui permettent de s'adapter à des verres correcteurs qui ne sont pas parfaitement centrés. — M. **R. Lienhart** signale la présence de l'*Orchestia bottae* dans la mare saline de Saint-Valdrée, en Lorraine. Cette forme marine, très euryhaline, semble avoir gagné l'intérieur des terres par l'intermédiaire des berges des canaux. — M. **L. Mercier** a observé que, chez le *Panorpa germanica*, les testicules sont en pleine activité fonctionnelle chez les larves âgées de quarante-deux à quarante-trois jours, et que celle-ci se poursuit chez l'adulte un certain temps après la métamorphose. — M. **A. Sartory** a déterminé la localisation de la muscarine chez l'*Amanita muscaria*. Elle se trouve surtout dans la cuticule, le chapeau et le bulbe; le pied n'en renferme que des traces.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Décembre 1913.

M. **Félix Robin** : *Croissance des grains des métaux.* L'auteur présente, comme suite aux expériences de G. Cartaud sur le passage de l'état liquide à l'état solide, le résultat d'*observations effectuées directement au microscope stéréoscopique* sur des surfaces polies, chauffées et fondues totalement ou partiellement, et sur des métaux liquides en voie de solidification. Ces expériences rendent compte, entre autres, des faits suivants : Dans le liquide, aucune organisation n'est visible; au moment de la solidification et pendant le refroidissement qui la suit apparaissent nettement en creux successivement le *réseau des joints des grains* et le *réseau interne de Cartaud*. Le premier peut être, avec certaines précautions, obtenu dans les métaux purs sous une forme qui l'identifie avec les figures de retrait des matières amorphes. On peut en conclure la possibilité, déjà entrevue par ailleurs, d'une *solidification amorphe précédant la formation cristalline*, au moins par l'effet d'une surfusion cristalline. Les *actions mécaniques* dues au retrait ou artificiellement provoquées semblent indispensables pour permettre la modification de la structure de solidification d'un métal pur par un recuit ultérieur. Le réseau cellulaire semble n'être presque dû qu'au *retrait*; en effet : 1° Il se forme brusquement en creux à la fin d'une solidification normale; 2° Il croît au refroidissement; 3° Il épouse les formes de retrait des matières amorphes; 4° Il n'apparaît pas sur les métaux qui ne subissent pas de retrait; 5° La compression et les déformations le produisent ou l'accentuent. Les *grains de recuit après écroussage* se mettent en mouvement à chaud, ils suivent les évolutions des mousses ou des bulles agglomérées : les mouvements d'apparition ou de disparition d'un grain sur la surface d'observation sont les plus rapides. Quelques indices permettent seuls d'entrevoir que les grains sont peut-être encore cristallisés à ces températures. Le réseau de retrait déforme les grains secondaires les plus proches de la fusion, les joints s'en rectifient souvent au refroidissement, d'où la cause principale des *coïncidences imparfaites des divers groupes de lignes*. Les *déformations locales* engendrent enfin des germes de grains qui se développent rapidement dans les régions recuites non altérées, suivant un processus récemment publié. Les grains envahisseurs pénètrent plus rapidement que partout ailleurs le long des joints des grains anciens ou des macles de ces grains. Des photographies prises sur l'étain, le plomb, le cuivre et les laitons montrent les contours curvilignes des grains envahisseurs et les dispositions de résistance adoptées par les grains absorbés. — M. **Laporte** : *Les expériences internationales de Washington pour la détermination de la force électromotrice de l'élément Weston.* La Conférence internationale des unités électriques réunie à Londres en 1908 décida l'adoption de l'ohm et de l'ampère définis par le dépôt d'argent comme unités primaires. Le volt doit se déduire des deux premières. Toutefois, elle recommanda à titre provisoire la valeur 1,0184 volt pour la f.é.m. de l'élément au sulfate de cadmium à 20°. Les résultats des différents travaux publiés à cette époque présentaient des écarts de 4.10^{-4}. Sur l'initiative de M. Stratton, directeur du Bureau des étalons à Washington, le Comité permanent des unités et étalons électriques organisa, en 1910, un travail international pour déterminer la valeur de l'élément Weston au moyen de l'ohm international et du voltamètre à argent. MM. Rosa, Wolff, Jæger, Smith et Laporte furent chargés de ce travail, qui dura deux mois, à Washington. Le Comité, après interprétation des résultats, recommanda l'adoption de la valeur 1,0183 volt pour la force électromotrice de l'élément au cadmium à 20° centésimaux. Il a été reconnu que la soie employée sans des précautions bien déterminées donne lieu, en contact avec l'électrolyte, à des dépôts trop lourds. Des électrolytes différents, donnant des dépôts d'un poids identique lorsqu'ils sont employés dans des cathodes d'un faible volume, peuvent donner lieu à des dépôts plus ou moins supérieurs suivant leur pureté lorsqu'ils sont employés dans des cathodes plus grandes. Il a été reconnu que l'acidité de l'électrolyte diminue le dépôt, tandis que l'alcalinité l'augmente. Le Comité s'est décidé à ne compléter les spécifications du voltamètre à argent qu'après des expériences ultérieures dans les laboratoires, sur les points qui ne paraissent pas définitivement acquis à tous les délégués.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 28 Novembre 1913.

M. **Hildt** présente un tube de E. Chenard à fractionnements multipliés par condensation adiabatique. M. Chenard a eu l'idée d'utiliser le travail des vapeurs contre la pression extérieure pour obtenir dans des conduits de grande longueur et de faible capacité des fractionnements extrêmement rapides. L'appareil, construit par la maison R. Neveu, se compose d'un serpentin à axe horizontal; les condensations produites dans les spires sont précipitées aussitôt vers le collecteur inférieur grâce à un système de siphons. — M. **Hildt** présente, en outre, deux chauffe-tubes électriques. Ces chauffe-tubes, d'une construction très simple, exécutés par la maison F. Testu et fils, sont isolés d'abord par de l'amiante et par une chemise en aluminium poli, mais vers une des extrémités de ce tube la résistance enroulée que forme l'intérieur du chauffe tube est dénudée sur une certaine longueur comprise entre deux génératrices assez voisines, et un curseur isolé, qui peut glisser le long d'une échancrure de l'armature en aluminium, permet le réglage de la

température en utilisant le courant dans une longueur variable de la résistance. Ces appareils sont très commodes pour la préparation du nickel réduit et pour la catalyse — MM. M. **Marqueyrol** et H. **Muraour** communiquent le résultat de leurs recherches sur le mécanisme de la réaction à la diphénylamine et sur la préparation de la diphénylbenzidine. Ils ont eu en vue de solutionner le différend qui s'était élevé entre Wieland, attribuant la coloration bleue à la formation d'un sel quinonique de la diphénylhydrophénazine, et Kehrmann et Micewicz, attribuant la coloration à la formation d'un sel quinonique de la diphénylbenzidine. Dans ce but, ils ont réduit par l'acide sulfureux la solution bleue obtenue par oxydation de la diphénylamine en solution sulfurique à 20-30 °/₀ et ont réussi à préparer la diphénylbenzidine avec un rendement de 60 °/₀ de la théorie. Les résultats qu'ils ont obtenus prouvent que la coloration est produite par la quinone de la diphénylbenzidine et par un produit de condensation dérivé de la diphénylbenzidine, ce dernier produit se formant en proportions d'autant plus grandes que l'acide sulfurique est plus concentré. Ils indiquent l'avantage qu'il y aurait à substituer la diphénylbenzidine à la diphénylamine dans la recherche des traces d'un produit oxydant — M. M. **Tiffeneau** a observé deux séries d'autoxydations. I. Les unes ont lieu avec formation de méthanal. La plus importante d'entre elles a déjà été signalée : $C^6H^5 - C(CH^3) = CH^2 \rightarrow C^6H^5 - CO - CH^3 + HCHO$. De nouvelles observations ont montré que ces autoxydations ne se produisent pas avec la même intensité avec les divers homologues. Très notables avec C^6H^5 et ses dérivés de substitution para, elles sont moins intenses avec les dérivés ortho et méta; enfin, avec le méthovinylnaphtalène il n'y a pas d'autoxydation. Une même réaction spontanée avec production de formaldéhyde a été observée par M. Tiffeneau dans le groupe des alcoyloxystyrolènes, mais surtout avec l'éther $C^6H^5 - C(OC^5H^{11}) = CH^2$. II. Une autre série d'autoxydations a été observée avec les arylcétones. Celles-ci se transforment peu à peu en acides acétique et arylcarbonique avec, pour ce dernier, formation intermédiaire d'aldéhyde. Cette autoxydation peut s'expliquer par la fixation d'oxygène sur la forme énolique : $C^6H^5 - CH : COH - CH^3 + O^2 = C^6H^5 - CHO + CH^3 - CO^2H$. Ici également l'intensité de la réaction varie avec les substituants. Intens pour la phénylacétone, la paratolylacétone, la *p*-méthoxyphénylacétone, elle est nulle ou insignifiante pour les dérivés de substitution ortho ou méta. — M. J. **Bougault**, a propos de la communication précédente, indique qu'il a observé un cas d'autoxydation analogue : celui de l'acide phénylpyruvique $C^6H^5.CH^2.CO.CO^2H$ s'oxydant, surtout à la lumière, en aldéhyde benzoïque et acide oxalique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

M. W. J. **Pope** et Mlle C. M. **Taylor** ont résolu la 2:3-diphényl-2:3-dihydro-1:3:4-naphta-isotriazine en ses constituants optiquement actifs par cristallisation fractionnée avec l'acide *d*-bromocampho π-sulfonique; mais la libération de la base active de ses sels est accompagnée d'une inversion optique complète.
M. R. W. **Merriman** a déterminé les solubilités mutuelles de l'acétate d'éthyle et de l'eau. La solubilité de l'acétate d'éthyle dans l'eau augmente quand la température s'élève; celle de l'eau dans l'acétate d'éthyle diminue. Le mélange de l'alcool avec l'acétate d'éthyle a lieu avec une légère expansion, qui est maximum pour des proportions équimoléculaires des deux liquides. — Le même auteur a étudié la variation de composition des mélanges azéotropiques d'acétate d'éthyle et d'eau de 25 à 1.500 centimètres de pression. Le pourcentage d'eau augmente continuellement avec la pression; à toutes les températures, la pression partielle de l'eau est égale à la pression de vapeur de l'eau pure à la même température. La loi de Duhem-Regnault, sur la pression de vapeur des mélanges, est donc erronée. L'auteur a également étudié le mélange binaire alcool-acétate d'éthyle et le mélange ternaire eau-alcool-acétate d'éthyle — M. J. L. A. **Macdonald** montre que le mécanisme de la condensation du glucose avec l'acétone est très complexe. Il se forme toujours de la glucose-monoacétone, de la glucose-diméthylacétal-monoacétone et de la glucose-diacétone. — MM. R. P. **Foulds** et R. **Robinson** ont préparé le 2-phényl-5-styryloxazol en traitant la styrylbenzoylaminométhylcétone par l'acide sulfurique concentré. — M. W. S. **Denham** et Mlle H. **Woodhouse** ont constaté que S^2Cl^2 réagit en général sur les sels métalliques des acides organiques en présence d'un solvant indifférent en donnant des composés $(R\,CO)^2S^2$, qui se décomposent spontanément en S, SO^2 et anhydride d'acide. On obtient directement l'anhydride d'acide, avec SO^2 et un chlorure métallique, par l'action de $SOCl^2$ sur les sels d'acides organiques MM. H. **Wren** e Ch. J. **Still**, en faisant réagir les phényl , *p*- et *o*-tolylbromures de Mg sur le glyoxal, ont obtenu l'isohydrobenzoïne, l'αβ-dihydroxy-αβ-di-*p*- et di-*o*-tolyléthane (F. 162° et 117°). — M. E. **Vanstone** a déterminé les diagrammes thermiques des mélanges d'une série des substances $C^6H^5.\alpha\beta.C^6H^5$. Dans chaque cas, il y a un seul point eutectique et une formation limitée de solutions solides. Le point eutectique est généralement plus proche de la substance qui a le plus bas point de fusion. — MM. W. E. S. **Turner** et C. C. **Bissett** ont déterminé les solubilités de quelques halogénures alcalins dans les alcools méthylique, éthylique, propylique et isoamylique. Ils confirment l'existence du composé $LiCl.4C^2H^6O$, et signalent celle des corps $LiI.4C^3H^8O$, stable à 25°, et de $NaI.3CH^3O$, stable à 15°-16°. Les solubilités à 25° prouvent que l'action solvante sur les divers sels décroît en passant de l'eau à la série des alcools et que l'ordre de solubilité est : iodure > bromure > chlorure. — M. M. **Rindl** décrit les résultats qu'il a obtenus dans la nitration du 1-chloro-2:4-dinitronaphtalène. — MM. G. J. **Burrows** et Ch. Ed. **Fawsitt** montrent que l'addition d'alcool à l'eau diminue la vitesse de décomposition du carbamide, mais n'altère pas le mécanisme de la réaction, qui reste monomoléculaire. Le carbamide se décompose d'abord en cyanate d'Am, qui donne ensuite naissance à du carbonate. — M. Ch. W. R. **Powell** a déterminé les viscosités des solutions aqueuses de sucrose, de dextrose et de lévulose, seuls ou en mélange. L'effet de la température sur la viscosité de ces solutions est bien exprimée par l'équation de Poiseuille. Si la concentration de la solution est exprimée en grammes de corps dissous par gramme de solvant, la relation entre la viscosité et la concentration est exprimée par une formule logarithmique : $\eta x = A^x$, où x est la concentration et A une constante. — MM. B. H. **Wilsdon** et N. V. **Sidgwick** ont déterminé la vitesse d'hydratation des anhydrides des acides acétique, propionique, butyrique et benzoïque, au moyen de mesures de conductivité en solution. La vitesse de transformation du premier est environ le double de celle du second, 4 fois celle du troisième et 8 fois celle du quatrième. — MM R. H. **Pickard** et J. **Kenyon** ont préparé treize alcools actifs de la série $C^2H^5.CH(OH).R$ et mesuré leur pouvoir rotatoire moléculaire. Il augmente graduellement dans la série, avec des exaltations particulières quand la chaine contient 5 et 10 atomes de C. — Mlle G. M. **Robinson** et M. R. **Robinson**, en condensant l'acide opianique avec le cyanure de potassium en solution aqueuse, ont obtenu une cyanhydrine qui se transforme lentement dans la lactone correspondante, l'α-cyanoméconine, F. 100°-101°. Elle est hydrolysée par HCl conc. bouillant en acide méconinecarboxylique, et transformée par les alcalis en tétraméthoxydiphtalyle. L'action de KCAz sur le mandélonitrile dans

l'alcool bouillant donne une huile qui est probablement la cyanhydrine de la benzoïne; par traitement avec la soude à froid, cette dernière donne de la benzoïne. — MM. **K. Ch. Mukerjee** et **E. R. Watson** ont préparé un certain nombre de dérivés de la phénanthraquinone dans le but de trouver des matières colorantes nouvelles. — MM. **N. N. S. Gupta** et **E. R. Watson** ont cherché à préparer des colorants foncés en remplaçant le groupe cétonique de la 2:3:4:2'-tétrahydroxybenzophénone par le groupe CH(OH) — MM. **M. Fort** et **F. L. Barrett** ont repris les expériences de Green et Perkin sur la constitution de la phénolphtaléine et de ses sels alcalins et confirment la formule quinonoïde adoptée par ces auteurs pour les sels colorés de phénolphtaléine. — MM. **T. S. Price** e **S. A. Brazier** ont préparé un nouveau sel complexe du cobalt au moyen de l'acide sulfonyldiacétique : le sulfonyldiacétate *cis*-sulfonyldiacétatodiéthylènediamminecobaltique acide :

$$\left[O^3S\begin{matrix}\diagup CH^2.CO.O\\ \diagdown CH^2.CO.O\end{matrix}Co\,en^2\right]CO^2.CH^2.SO^2.CH^2.CO^2.H,$$

en cristaux roses microscopiques, peu solubles dans l'eau froide.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés au Congrès des Naturalistes et des Médecins allemands, à Vienne (21-28 *Septembre*). (Suite.

MM. **H. Brell** et **E. Schenkl** : *Sur les principes de Hamilton et de Maupertuis.* Les auteurs font voir que le principe de moindre action diffère de celui de Hamilton, non pas essentiellement, physiquement, mais d'une façon purement formelle, par une expression différentielle complète des coefficients modifiés des conditions de variation aux limites d'intégration. — M. **A. Wigand** : *L'extrémité ultra-violette du spectre solaire à des altitudes différentes, allant jusqu'à 9.000 mètres.* On sait que les effets des radiations ultra-violettes du Soleil augmentent, à mesure qu'on monte à des hauteurs plus grandes. Ce phénomène s'explique par un accroissement de l'intensité de radiation pour des longueurs d'ondes données dans l'ultra-violet, plutôt que par l'addition de nouveaux rayons à ondes plus courtes. Les expériences de l'auteur, faites lors de ses ascensions en ballon sphérique, montrent en effet que la délimitation du spectre ultra-violet, à 9 000 mètres d'altitude, est pratiquement la même qu'à 100 mètres. L'auteur observe aussi que le spectre, dans l'ultra-violet, de la lumière diffuse bleue du ciel a au moins la même longueur que celui de la lumière directe du Soleil. — M. **G. Lutze** : *Les rapports entre les perturbations de la chute de potentiel atmosphérique et les perturbations de réception radio-télégraphique, d'après des expériences faites au sol et en ballon sphérique libre.* L'auteur se sert, pour apprécier les chutes de potentiel atmosphériques, d'un compensateur spécial à charge très rapide (collecteur instantané), relié aux fils d'un électromètre de Wulf dont la boîte est mise à la terre. Il fait voir que les perturbations rapides de la chute de potentiel prennent souvent, aux fréquences élevées, une allure oscillatoire. Ces fluctuations locales de potentiel se manifestent, en télégraphie sans fil, sous forme de perturbations atmosphériques de réception. Lors de ses expériences en ballon libre, M. Lutze observe un accroissement considérable des perturbations de réception, au passage des nuages, mais, d'une façon générale, une diminution pour des altitudes croissantes. — M. **G. Lutze** : *La propagation, le long de la surface du globe, des ondes électro-magnétiques de la radio-télégraphie.* L'auteur fait remarquer les avantages que présentent, sur les stations terrestres, les ballons sphériques employés comme postes de réception radio-télégraphique : d'une part, possibilité de s'élever dans l'espace; d'autre part, absence de toute mise à la terre de l'antenne de réception, dont l'influence variable sur les résultats est difficile à apprécier. Avec l'obligeant concours du Commandant Ferrié (qui, de la station de la Tour Eiffel, fit émettre, à sept heures données de la journée, au commencement de chaque quart d'heure et pendant deux minutes, des signes radio-télégraphiques constants), M. Lutze a répété ses expériences antérieures sur les intensités de réception à altitude variable, mais à distance constante du poste transmetteur. Deux ballons se sont élevés, l'un à 6.100 mètres, l'autre à moins de 1.000 mètres au-dessus du sol. Les mesures faites à des distances croissant de 820 kilomètres à 1.110 kilomètres de la station de transmission ont de nouveau mis en évidence une forte décroissance, avec l'altitude, de l'intensité des ondes électro-magnétiques; à 5.500 mètres, l'intensité acoustique des signes radio-télégraphiques tombe à environ 1/8 de celle observée à 1.050 mètres d'altitude. Ces résultats, ainsi que ceux d'expériences faites avec la station de Norddeich, viennent confirmer l'existence des ondes superficielles. — M. **W. Kolhörster** : *Mesures du rayonnement pénétrant, en ballon libre, à altitude considérable.* D'accord avec les expériences antérieures, l'auteur observe, avec des instruments de grande précision, jusqu'à 6.300 mètres d'altitude, un accroissement considérable du rayonnement pénétrant. Ce résultat vient ajouter à la vraisemblance de l'hypothèse suivant laquelle l'origine de ce rayonnement ne serait point dans les matières radio-actives connues de la Terre ou de l'atmosphère. — M. **E. Everling** : *Observation et théorie des colonnes lumineuses engendrées par réflexion.* L'image d'une source de lumière réfléchie sur l'eau agitée, la glace rugueuse, le pavé humide ou d'autres objets mats, est allongée très peu suivant une direction verticale au plan d'incidence, mais très fortement dans ce plan d'incidence, ce qui produit souvent l'illusion d'une colonne lumineuse. En collaboration avec M. Wigand, l'auteur explique ce phénomène en admettant que les surfaces rugueuses se composent d'un grand nombre d'éléments à inclinaison variable, dont chacun réfléchit comme un miroir idéal. D'autre part, en traitant ce même problème par le calcul, l'auteur établit que les miroirs élémentaires à inclinaison donnée, pour réfléchir la lumière dans l'œil, doivent être disposés sur une surface de sixième ordre. — M. **P. Cermak** : *La démonstration de l'effet Peltier aux températures élevées.* L'auteur indique un procédé simple de démonstration de l'effet Peltier, au moyen de deux fils incandescents, doués d'une activité thermo-électrique. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Septembre 1913.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. **W. Kapteyn** et **Jan de Vries** présentent un travail de M. **J. G. Rutgers** : *Applications de l'extension de Sonine de l'équation intégrale d'Abel.* — M. **W. de Sitter** : *Sur les éléments canoniques.* Les systèmes d'éléments canoniques employés jusqu'ici sont des modifications plus ou moins importantes du système introduit par Delaunay dans sa théorie lunaire. Levi-Civita a proposé récemment un nouveau système d'éléments où l'anomalie moyenne est remplacée par l'anomalie *excentrique*, et à peu près en même temps Hill a attiré l'attention sur un autre système encore de variables canoniques, où figure l'anomalie *vraie*. Dans le présent travail, l'auteur se propose de montrer comment ces trois systèmes, et d'autres encore, peuvent être déduits du même principe fondamental.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. P. van der Stok** : *Sur la relation entre la nébulosité et le temps pendant lequel le Soleil brille.* Les temps pendant lesquels le ciel est couvert et ceux pendant lesquels le

Soleil brille sont jusqu'à un certain point complémentaires; aussi, la somme de ces temps, exprimés en pour cents de la durée totale pendant laquelle le Soleil peut briller, est-elle voisine de 100. Cependant cette somme est souvent inférieure à 100; cela peut provenir de ce que les héliomètres ne commencent à fonctionner qu'après le lever du Soleil et cessent de fonctionner avant le coucher. Mais d'un autre côté la somme des durées pendant lesquelles le ciel est couvert ou serein dépasse parfois de beaucoup 100 %; cela résulte d'un manque de précision dans les définitions. Dans son travail, l'auteur montre qu'on peut rendre compte théoriquement de la relation entre les durées du ciel couvert et du soleil brillant. — MM. **J. P. Kuenen** et **S. W. Visser**: *Le coefficient B du viriel pour le butane normal.* Ce coefficient B de l'équation d'état empirique de Kamerlingh Onnes a été déduit de la densité de vapeur du butane normal. Si on compare les valeurs trouvées pour B, à diverses températures, avec celles qu'on calcule à partir des coefficients trouvés pour d'autres substances en appliquant le théorème des états correspondants, on trouve que l'accord est satisfaisant. — MM. **J. P. Kuenen** et **S. W. Visser**: *La viscosité de la vapeur du butane normal.* Les mesures ont été faites par la méthode de transpiration de Rankin, qui a l'avantage d'être simple, de n'exiger que de faibles quantités de vapeur et d'exclure tout autre contact qu'avec le verre et le mercure. La valeur de la constante $\eta^{-1}M^{1/2}T_c^{-1.6}P_c^{2/3}$ de Kamerlingh Onnes est à peu près la même que pour d'autres vapeurs. — MM. H. E. J. G. du Bois et P. Zeeman présentent un travail de M. **Pierre Martin**: *Le phénomène magnéto-optique de Kerr dans les composés ferromagnétiques. IV.* Détermination de nouvelles courbes de dispersion du phénomène et examen de l'allure du phénomène en fonction de la température. Les substances étudiées étaient taillées en plaques circulaires de 7 millimètres, de même grandeur que les faces terminales des pôles de l'électro-aimant, un électro-aimant circulaire de du Bois. Les substances étaient des composés du manganèse et du fer. — MM. H. Kamerlingh Onnes et H. A. Lorentz présentent un travail de M. **Sophus Weber**: *Tensions de vapeur à des températures réduites très basses. II. La tension de vapeur de l'anhydride carbonique dans le domaine de température de -140° C. à -160° C. environ.* Les mesures ont été faites à l'aide du manomètre à fil chauffé, décrit antérieurement (juin 1913). Les résultats sont comparés avec une formule de Nernst, qui, à ces basses températures, s'accorde bien avec l'expérience. — MM. **H. Kamerlingh Onnes** et **W. H. Keesom**: *La tension de vapeur de l'hydrogène entre le point d'ébullition normal et le point triple.* Les tensions de vapeur de l'hydrogène entre le point d'ébullition normal et le point triple ont déjà été déterminées par Dewar, et après lui par Travers et Jacquerod. La valeur trouvée au laboratoire de Leyde pour la chaleur de vaporisation de l'hydrogène au point d'ébullition ne s'accordant pas bien avec la valeur déduite de ces mesures par application de la formule de Clapeyron-Clausius, une nouvelle détermination des tensions de vapeur fut jugée utile. Le point triple fut trouvé à T = 13°90 K, p : 5,07 centimètres, le point d'ébullition normal à 20°33 K. Les résultats furent réunis en une formule d'où se déduisit, pour la chaleur de vaporisation sous pression normale, la valeur $\lambda = 106$, 8 cal, un peu plus faible que celle fournie par l'expérience. — MM. F. A. H. Schreinemakers et S. Hoogewerff présentent un travail de M. **W. Reinders**: *Le partage d'une substance colloïdale dissoute entre deux liquides.* Lorsqu'une suspension ou une émulsion dans un liquide est mise en contact et agitée avec un autre liquide, non miscible avec le premier, il peut arriver, suivant la grandeur de la tension superficielle au contact des grains ou globules et des deux liquides, que la suspension reste dans le premier liquide, ou passe dans le second, ou encore s'accumule à la surface de séparation des deux liquides. Il était à prévoir que des phénomènes analogues seraient présentés par des solutions colloïdales. Effectivement, lorsqu'on agite une solution colloïdale avec un autre liquide, il s'opère généralement une séparation du colloïde dans la surface du contact. Les expériences ont été faites avec de l'or et de l'argent colloïdaux, de l'hydroxyde ferrique, du trisulfure d'arsenic, du sélénium colloïdal. Les solutions aqueuses furent agitées avec divers liquides organiques. — M. **A. P. N. Franchimont**: *Contribution à la connaissance des amides.* Préparation et analyses de quelques amides. — MM. P. van Romburgh et A. P. N. Franchimont présentent un travail de M. **P. Muller**: *Sur la formation d'un aldéhyde à partir du s-divinylglycol.* Préparation, propriétés et structure. — MM. **P. van Romburg** et **J. H. Schepers**: *Les 2 : 3 : 3 : 6-tétranitrophénylméthyl- et éthylnitramines.* Préparation et action de diverses substances.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Wichmann**: *Sur la pseudométéorite d'Igast en Livonie.* Description de fragments minéraux recueillis après la chute d'une météorite. Ces fragments ne proviennent pas de la météorite, mais sont des produits de combustion d'une meule de blé. — MM. H. Zwaardemaker et J. K. A. Wertheim Salomonson présentent un travail de M. **J. W. Langelaan**: *Recherches sur le muscle atonique.* Continuation des expériences sur le tonus musculaire, auxquelles servit le muscle gastrocnémien de la grenouille. Il résulte de ces expériences que le muscle atonique ressemble qualitativement, au point de vue de ses propriétés élastiques, à des fils de caoutchouc, de verre ou d'un métal recuit. — MM. L. Bolk et C. A. Pekelharing présentent un travail de M. **H. A. Vermeulen**: *Le noyau moteur dorsal du nerf vague chez certains animaux domestiques dans ses rapports avec la musculature de l'estomac.* Examen de coupes faites dans la moelle allongée du cheval, du taureau, de la chèvre, du porc et du chien. Il résulte de cet examen que le noyau moteur dorsal du nerf vague est le plus grand chez les animaux ayant un estomac volumineux. — MM. L. Bolk et J. Boche présentent un travail de M. **Paul Rothig**: *Contribution à la théorie de la neurobiotaxie. Le déplacement des noyaux moteurs dans la moelle allongée de Myxine glutinosa et chez quelques amphibies (Necturus mac., Cryptobranchus japonicus, Bufo et Rana).* — M. L. Bolk présente un travail de M. **A. J. Hovy**: *Sur le rapport entre la substance blanche et la substance grise dans le système nerveux central.* Ce travail avait pour but d'examiner s'il y a une relation entre le rapport des quantités de substances grise et blanche dans la moelle épinière et la grandeur de l'animal; l'examen porta sur une vingtaine de représentants, petits et grands, de divers ordres et classes. A cet effet, des coupes, faites dans la moelle épinière, furent projetées et le rapport des surfaces occupées par les deux substances fut mesuré. Il résulte de ces recherches que dans toutes les classes de vertébrés examinées (Poissons, Reptiles, Oiseaux, Mammifères) la moelle épinière des grandes espèces contient relativement plus de substance blanche que celle des petites. — MM. F. A. F. C. Went et J. W. Moll présentent un travail de M. **W. H. Arisz**: *Phototropie positive et négative du sommet et de la base chez des plantules d'avoine (Avena sativa).* La phototropie, positive pour un faible éclairement, diminue à mesure que l'éclairement devient plus fort; à partir d'une certaine intensité d'éclairement, la phototropie change de signe et atteint un maximum. Sauf le sens, la phototropie négative ne se distingue en rien de la phototropie positive. Il suffit d'un éclairement plus faible pour produire la phototropie positive du sommet que pour produire celle de la base; par contre, au point de vue de la phototropie négative, c'est la base qui est la plus sensible. J.-E. V.

Le Gérant: A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 19 janvier, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. Lucas-Championnière, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en première ligne, M. Charles Richet ; en seconde ligne, MM. Bazy, Delorme, Pozzi, Quénu, Reclus. Au premier tour de scrutin, M. Charles Richet a été élu par 42 voix sur 56 votants.

En annonçant récemment que le Prix Nobel de Médecine pour 1913 était décerné à M. Charles Richet, nous rappelions la longue série de travaux qui l'ont désigné à l'attention du monde savant. Nous n'y reviendrons pas, nous bornant à féliciter chaleureusement le nouvel académicien, qui fut un ami de la première heure de la *Revue* et de son fondateur, et le maître et l'ami du directeur actuel, de la nouvelle distinction qui vient consacrer l'estime profonde en laquelle le tiennent les savants de tous les pays.

§ 2. — Nécrologie

Rudolph Diesel. — Le moteur Diesel est connu dans le monde entier et la réputation de son auteur est grande ; aussi c'est avec peine qu'on a appris la nouvelle de sa mort, survenue dans la nuit du 29 au 30 septembre 1913, pendant une traversée entre le continent et l'Angleterre. Quelques jours avant sa mort, il avait terminé la description de tous les essais et tâtonnements exécutés pour réaliser son moteur : la préface de cet ouvrage (*Die Entstehung des Dieselmotors*) est datée de septembre 1913[1].

Diesel naquit à Paris le 18 mars 1858, de parents allemands. En 1870, ses parents l'envoyèrent à Augsbourg, où il commença ses études techniques à l'Ecole d'Industrie. Plus tard, il suivit les cours de la Technische Hochschule de Munich, et notamment ceux des éminents professeurs Schrœter et Linde. En 1879, il travailla comme volontaire dans les ateliers Sulzer, à Winterthur, puis il entra au service des entreprises frigorifiques Linde, qu'il représenta à Paris, puis à Berlin, jusqu'à ce que les progrès de l'invention de son moteur l'absorbassent. En 1895, il s'installa à Munich, où il résida jusqu'à sa mort.

Ces premières années d'invention et de recherches, à partir de 1893, furent une période de travail intense pour Diesel, principalement dans le laboratoire spécial qui avait été construit pour lui par la Maschinenfabrik d'Augsbourg.

A l'Exposition de Munich, en 1898, on voyait plusieurs moteurs Diesel exposés par divers constructeurs, et fonctionnant parfaitement.

Dans ces dernières années, il travailla surtout à l'application de son moteur aux automobiles industrielles et aux locomotives : une locomotive fut même construite en 1912 dans les ateliers Sulzer.

En 1907, la Hochschule de Munich avait récompensé son ancien élève en lui décernant le titre fort estimé de Docteur Ingénieur.

Diesel s'était beaucoup intéressé à la création du superbe Musée Technologique de Munich.

Sa mort fait disparaître prématurément un ingénieur qui a tenu une grande place dans l'industrie et sa perte est vivement regrettée par ses nombreux amis, tant en France qu'en Allemagne. **E. Sauvage,**

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

§ 3. — Astronomie

Une variable du type Lyre. — La variabilité de l'étoile Z Vulpeculæ (26,1900) avait été suspectée par A. S. Flint[1] à l'Observatoire Washburn. T. H. Astbury la retrouvait indépendamment en 1908[2], pour conclure qu'elle est du type Algol, avec les éléments :

$$\text{Min.} = \text{J. D. } 2.418.285,250 + 2\text{ j.},445 \text{ E. G. M. T.}$$

en combinant ses observations avec les minima obser-

[1] Dans son numéro du 30 octobre 1912, la *Revue générale des Sciences* a publié un article sur le moteur Diesel.

[1] *Astronomical Journal*, t. XXI, p. 74, 1901.

[2] *Astronomische Nachrichten*, t. CLXXIX, p. 225, 1908.

vés par Flint et F. de Roy à Anvers, ce dernier ayant noté que la croissance et la décroissance n'étaient pas symétriques. Astbury donne une variation de grandeur de 7,3 à 8,5, répartie sur six heures environ.

A l'aide du photomètre polarisant de l'Observatoire Laws, R. H. Baker[1] a fait une étude complète de la courbe de lumière de cet astre intéressant, basée sur 68 observations obtenues de juillet à décembre 1912. La représentation est très satisfaisante ; mais une correction de 0,015 jour est nécessaire sur l'époque des minima de Astbury, correction qui fut appliquée à toutes les observations antérieures. En conservant la période donnée par Astbury, on peut alors adopter comme éléments :

Héliocent. Min. = J. D. 2.419.679,675 + 2 j., 445 E. G. M. T.

La lumière de Z Vulpeculæ varie continuellement et cette étoile appartient au type β Lyre des variables à éclipse; elle varie du maximum 7 gr. 06 au minimum principal 8,79, avec un minimum secondaire où son éclat correspond à la grandeur 7,44. Le minimum secondaire semble se trouver à la phase 1 jour 20, un peu plus tôt que l'époque moyenne entre deux minima principaux, ce qui tendrait à mettre en évidence quelque excentricité et une inclinaison de la ligne des absides sur la ligne de vision.

Cette différence entre l'époque du minimum, basée sur les résultats de l'Observatoire de Laws, et celle que l'on peut calculer par les formules d'Astbury, permet-elle de conclure que la période de cette étoile est croissante ? La comparaison des périodes entre les anciennes et les nouvelles séries indique une différence de durée de 0,00008 jour, ce qui est tout à fait insuffisant pour conclure. On peut donc adopter à l'heure actuelle comme éléments définitifs :

Héliocent. Min. = J. D. 2.419.679,675 + 2 j., 45492 E. G. M. T.

§ 4. — Physique

Les rayons δ. — Le nom de rayon δ a été donné par J.-J. Thomson, en 1905, aux électrons lents émis par le polonium et qui avaient préalablement masqué la charge positive des rayons α. Peu après Rutherford découvrit une émission semblable pour le radium et montra qu'elle n'était pas exclusive à la source des rayons α, mais se produisait chez tous les corps frappés par ces rayons. La question de la vitesse des rayons δ a été beaucoup étudiée et les résultats obtenus sont très variables.

Récemment, Gargan et Bumstead ont montré que certains rayons d'un faisceau de rayons δ sont doués de vitesses plus considérables que celles mesurées jusqu'alors : une différence de potentiel retardatrice de 1.700 volts ne les arrête pas et beaucoup de rayons ont des vitesses correspondant à des chutes de potentiel de plusieurs centaines de volts. Ce sont ces rayons rapides que Bumstead a étudiés dans un mémoire récent[2]. Il arrive aux conclusions suivantes :

Quand les rayons α frappent un métal, ils déterminent l'émission d'électrons dont les vitesses varient progressivement d'une valeur très faible à plus de $2,7.10^9$ centimètres par seconde, ce dernier chiffre correspondant à des différences de potentiel de 2.000 volts. Il propose d'appeler rayons δ tous ces rayons.

En même temps que les rayons δ, il y a aussi émission d'ions positifs par un métal placé dans un vide élevé et frappé par des rayons α; ces ions semblent provenir de la couche des gaz absorbés par la superficie du métal. En maintenant le vide pendant plusieurs jours, le courant porté par ces ions diminue. Les expériences n'ont pas permis de calculer la vitesse d'émission de ces ions; en tous les cas, elle est très faible.

Quand ces rayons rapides rencontrent un solide, il se produit une émission d'électrons lents que M. Bumstead appelle électrons tertiaires. Leur nombre est beaucoup plus élevé que celui des rayons δ qui les produisent, et ils compliquent l'étude de la distribution des vitesses des rayons δ.

La distribution en vitesse des rayons δ entre 20 et 1.200 volts a été soigneusement étudiée. Le nombre des électrons ayant une énergie cinétique donnée n'est une fonction ni de la vitesse, ni de l'énergie. Entre 30 et 500 volts, le résultat est représenté approximativement par une équation de la forme :

$$x^n y = c,$$

y étant le nombre d'électrons dont l'énergie cinétique est égale ou supérieure à x et n un coefficient numérique égal à 0,75.

La loi ne s'applique plus au-dessus de 500 volts ni au-dessous de 30. Pour les électrons très lents (au-dessous de 20 volts), il faut tenir compte des électrons tertiaires provenant de la source et qui, par leur présence dans le faisceau des rayons δ, accroissent d'une façon anormale le nombre des électrons très lents.

La liquéfaction et l'ébullition du charbon. — A une récente séance de la Société silésienne de Culture nationale, M. O. Lummer, professeur à l'Université de Breslau, a rendu compte de ses expériences relatives à la liquéfaction et à l'ébullition du charbon. Il s'est servi de plusieurs variétés de charbon, entre autres d'un charbon graphitique renfermant environ 1 °/₀ de cendres et d'un charbon de Haute-Silésie particulièrement pur, dont la teneur en cendres n'est plus que de 0,15 °/₀. Toutes ces variétés se sont comportées d'une façon identique :

Lorsqu'on introduit le charbon dans un arc-flamme électrique, à la tension de 220 volts, et qu'on réduit en même temps la pression, on le voit entrer en ébullition à une pression de 50 à 60 centimètres. Au-dessous de 50 centimètres de pression, le charbon prend la consistance d'un liquide visqueux, et à 40 centimètres celle d'un liquide parfait. Loin de tomber en gouttes, il forme des bulles et, ensuite, des perles d'ébullition qui, en raison de la grande faculté de cristallisation du carbone, prennent ensuite une forme angulaire. A une pression légèrement supérieure à 10 centimètres, l'ébullition cesse ; des vapeurs continuent à s'élever au bord, jusqu'à ce que, par une chute ultérieure de la pression, le charbon redevienne solide. Le produit restant après l'ébullition est du graphite.

L'auteur se propose de faire des expériences ultérieures sur du carbone pur; il abordera ensuite l'interprétation de ces phénomènes.

§ 5. — Chimie.

La mesure de la vitesse de réaction par le changement de volume en solution. — Le changement de volume résultant d'une action chimique a été plus d'une fois utilisé pour suivre le cours d'une réaction gazeuse, mais il n'avait pas ou guère été appliqué au cas des solutions réagissantes. Il est vrai que, dans ce cas, la variation de volume est très faible: mais, ne dépassât-elle pas 0,2 °/₀ du volume total, elle constitue une méthode physique applicable à la détermination des vitesses de réaction, comme vient de le démontrer M. R. Wright à la Société de Chimie de Londres.

Il a étudié par ce moyen la vitesse d'inversion du sucrose par l'acide chlorhydrique. Un mélange de volumes égaux de solution à 20 °/₀ de sucrose avec

[1] *Laws Observatory, Bulletin* n° 20.
[2] *Philosophical Magazine*, juillet 1913.

HCl 2 N présente les densités suivantes : 1,0474 avant inversion, au moment du mélange ; 1,0497 après quarante-huit heures, l'inversion étant complète.

L'auteur emploie pour les mesures l'appareil suivant : Une pipette d'environ 50 centimètres cubes de capacité est terminée au sommet par un tube de 1 millimètre de diamètre et de 25 centimètres de longueur ; le tube inférieur, pourvu d'un robinet, passe à travers un bouchon en caoutchouc et atteint presque le fond d'un flacon de 150 centimètres cubes. Un tube latéral, ouvert dans l'air, traverse également le bouchon en caoutchouc.

La pipette est d'abord remplie d'une solution de sucrose à 20 °/₀, qu'on laisse écouler dans le ballon ; puis on la rince et on la remplit d'HCl 2 N ; le robinet étant fermé, on introduit le tube inférieur dans le ballon. L'appareil est alors immergé dans un thermostat à 25° jusqu'à ce qu'il ait pris la température du bain ; puis le robinet est ouvert et, en appliquant une succion au tube latéral, l'acide est attiré dans le flacon ; le mélange est bien agité en y faisant barboter de l'air, puis il est refoulé dans la pipette jusqu'à ce qu'il atteigne un niveau situé à quelques centimètres du sommet du tube capillaire. La pipette étant remplie, le robinet est fermé, et on lit le niveau du liquide dans le tube, qui constituera le zéro. La chute de liquide est lue de nouveau à des intervalles définis, et une lecture finale est faite après quarante-huit heures, quand l'inversion est complète.

La constante de vitesse se calcule alors d'une façon à peu près analogue à celle qu'on emploie avec le polarimètre. Si a est la distance finale entre le niveau du liquide et le sommet du tube, et x_1 et x_2 les distances correspondant aux temps t_1 et t_2, la constante de vitesse k est donnée par l'équation :

$$k = \frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{a - x_1}{a - x_2}.$$

Dans le cas de l'inversion du sucrose, l'auteur a obtenu des valeurs très concordantes de k, se rapprochant de près de celles que donne le polarimètre.

Mélanges colorés à l'état liquide seulement. — M. Ch. K. Tinkler a récemment signalé à la Société de Chimie de Londres le cas très curieux de certains composés nitrés qui, dissous dans la diphénylamine ou une autre amine fondue, forment des solutions fortement colorées, tandis que le mélange, refroidi jusqu'à complète solidification, devient tout à fait incolore.

Les mélanges les plus appropriés à la démonstration de ce phénomène sont ceux de la diphénylamine avec l'un des composés nitrés suivants : *o*-, *m*- et *p*-chloronitrobenzène, *m*- et *p*-nitrobenzaldéhyde, *p*-bromonitrobenzène, tétranitrométhane. En disposant l'un de ces mélanges entre deux éprouvettes placées l'une à l'intérieur de l'autre, le phénomène peut être facilement mis en évidence. Il suffit le plus souvent de la température de la main pour faire apparaître la coloration du mélange, qui s'évanouit par refroidissement.

Il est possible que la coloration de ces mélanges soit due à une combinaison des constituants à l'état liquide seulement ; mais divers essais physico-chimiques n'ont pas donné la moindre preuve de la formation de composés.

§ 6. — Agronomie

Nombres-index exprimant l'aléa de la production agricole en France. — A l'aide des chiffres publiés l'année passée par le Ministère de l'Agriculture, nous avons cherché à exprimer, par des *nombres-index*, comment ont varié, en France, les divers facteurs de la production agricole et du rendement de l'agriculture, pendant les vingt dernières années. Nos calculs ont porté sur les facteurs suivants : *Surfaces cultivées, production totale de chaque récolte, poids de récoltes, valeur totale en argent, prix de l'unité de poids des récoltes, production moyenne à l'hectare.*

Pour établir ces nombres-index, il ne faut pas faire porter l'examen sur une période trop longue. Certaines conditions accessoires de l'Economie rurale venant à changer, la signification des chiffres obtenus serait altérée. En prenant une décade, comme base de comparaison, on se tient dans les limites les plus convenables. Voici comment on obtient des nombres exprimant l'aléa, ou mieux l'oscillation fluctuante, des chiffres de la statistique : on prend dans les chiffres successifs des dix dernières années (1901-1910), le chiffre maximum (M) et le chiffre minimum (m). On fait la différence (M-m) et on calcule la valeur de l'oscillation centésimale en fonction du chiffre le plus faible m.

$$N_i = \frac{(M - m)\,100}{m}.$$

Le tableau I donne un exemple relatif au Blé.

En employant cette méthode d'estimation de l'aléa, pour les divers types de cultures, on peut établir des tableaux comparatifs tels que le tableau I (page 48).

Sauf pour certaines plantes industrielles, pour lesquelles la législation peut modifier les conditions de la production (betterave sucrière, tabac), les fluctuations annuelles des surfaces cultivées en France sont assez faibles (céréales, pomme de terre, vigne, prairies artificielles). Elles n'ont pas subi, en général, une oscillation dépassant 10 °/₀ depuis dix ans.

Les fluctuations de la production totale atteignent au contraire 50 à 130 °/₀, indiquant ainsi le grand aléa, bien connu, qui résulte des accidents climatériques ou biologiques annuels. Les plantes industrielles, comme on le voit, sont les plus atteintes, et leur récolte disponible peut varier du simple au double (houblon, vin, fécule, sucre). On en déduit comme conséquence l'irrégularité du commerce d'importation ou d'exportation visant ces produits.

La valeur totale en argent variant à la fois en fonction de la quantité produite, et en fonction du cours de l'unité, l'oscillation ici obéit à des lois plus complexes, car une année de faible production amène naturellement des cours plus élevés. Cette oscillation mesure le coefficient d'instabilité du revenu global brut des cultures. Pour certains produits, les prix

TABLEAU I. — *Statistique décennale (1901-1910).*

FACTEURS ÉTUDIÉS	CHIFFRE MOYEN annuel	CHIFFRE ANNUEL		OSCILLATION CALCULÉE	
		Maximum	Minimum	totale	Nombre-index
Surfaces cultivées, en hectares	6.548.000	6.470.000	6.790.000	320.000	4,9
Production totale en quintaux	89.131 730	68.800 000	103.700.000	34.900.000	50
Valeur du quintal, en francs	22.[illegible]	20.07	25.36	5,29	26
Valeur totale, en francs	1.987 [illegible].960	1,6	2,5	0,8	50
Production moyenne à l'hectare, en quintaux	13.[illegible]	12.43	14.81	2,36	18

s'élèvent avec une grande exagération dans le cas de récolte nationale déficitaire (vin, pomme de terre). Cela tient à un manque d'organisation du commerce extérieur d'importation, qui est pris au dépourvu. Le marché mondial compensateur est organisé pour les

Tableau II. — *Oscillation décennale (1901-1910). Nombres-index exprimant la fluctuation (°/₀ de m.).*

	SURFACES en hectares	PRODUCTION totale en quintaux	VALEUR totale en francs	VALEUR du quintal en francs	PRODUIT moyen à l'hectare
Blé	4,9	50	50	26	18
Avoine	3,6	50	55	26	48
Trèfle	11	43	75	71	31
Houblon	14	116	255	341	112
Tabac	52	53	50	20	37
Vin	10	129	34	277	122
Pomme de terre	7	99	60	116	99
Betterave sucrière	54	102	118	20	27
Moyennes	19	80	87	112	61

céréales; ici les vases communiquants sont en rapports permanents, et les fluctuations excessives des prix sont enrayées. Certaines récoltes présentent un aléa énorme de valeur totale (houblon, trèfle, betterave sucrière): les unes avec des cours peu variables (sucre), les autres avec des cours qui peuvent monter de 340 °/₀ (houblon).

Le chiffre de fluctuation de la production moyenne à l'hectare dépend des perfectionnements des procédés de culture, mais aussi de l'aléa climatérique et biologique. On voit par les chiffres précédents que l'avoine, par exemple, sous le climat de France, présente pour son rendement moyen de plus grands aléas que le blé. On contrôle aussi ce fait bien connu que, de toutes les opérations, c'est la culture de la vigne qui donne les variations de plus grande amplitude, à la fois dans le rendement moyen à l'hectare, et dans le prix de l'unité.

Le prix de l'unité est évidemment fonction non seulement de la production nationale, mais encore de l'importance et de l'organisation du commerce extérieur à l'entrée et à la sortie. Il dépend aussi des fluctuations des cours sur les marchés extérieurs solidaires du nôtre. Ainsi le rendement-argent des plantes cultivées est fonction de nombreux facteurs d'ordre commercial.

En somme, ces *nombres-index décennaux* donnent des « caractéristiques » intéressantes pour la science économique comparée.

Il peut être utile de montrer, pour un pays déterminé, comment ils peuvent varier d'une période décennale à l'autre. On trouvera ci-après le tableau III relatif aux fluctuations des *prix moyens annuels* des céréales et des aliments, calculés pour la décade 1901-1910, pour la décade 1891-1901, et pour la période vingtenaire totale (1891-1910); on peut de même établir des tableaux instructifs avec les autres facteurs fluctuants.

On voit très nettement que les deux périodes décennales successives ont les caractéristiques suivantes, en ce qui concerne les prix des aliments :

La première période (1891-1900) donne : 1° une forte fluctuation des prix moyens annuels des céréales et des aliments dérivés des céréales; 2° une fluctuation énorme des prix de fourrages; 3° le prix des viandes a une fluctuation relativement faible, qui n'est que 1/10 de la fluctuation des prix des fourrages.

La deuxième période (1901-1910) a trois caractères différents : 1° fluctuation moins grande pour le prix des céréales (21,5 au lieu de 30,7), soit 1/3 en moins; 2° fluctuation très atténuée du prix des fourrages (2/3 en moins que dans la décade précédente); 3° fluc-

Tableau III. — *Nombres-index d'oscillation des prix moyens annuels*[1] *des céréales et des divers aliments, en France.*

	PRIX DU QUINTAL chiffres extrêmes : Période 1891-1910		NOMBRES-INDEX POUR LES PÉRIODES					
			1891-1910		1891-1900		1901-1910	
	Maxima	Minima	Oscillation vingtenaire	Nombres-index °/₀ de moins	Oscillation décennale	Nombres-index °/₀ de moins	Oscillation décennale	Nombres-index °/₀ de moins
	francs	francs	francs		francs		francs	
Blé	27,12	18,62	8,50	45,6	8,50	45,6	5,29	26
Seigle	18,96	12,90	6,06	46,9	6,06	46,9	2,60	16,8
Orge	19,22	14,64	4,58	31,2	3,69	25	2,23	13,1
Sarrasin	21,94	15,73	6,21	39,4	3,50	22,2	3,93	21,8
Maïs	21,20	16,27	4,93	30,3	2,89	17,70	3,14	17,3
Avoine	21,15	16,47	4,68	28,4	3,76	22,4	4,68	28,4
Farine	38,69	28,19	10,50	37,2	10,5	37,2	7,06	24,5
Pain 1re qualité	0,37	0,29	0,08	27,5	0,08	27,5	0,06	20
Pain 2e qualité	0,29	0,22	0,07	31,8	0,07	31,8	0,06	26
				Moy. : 35,36		Moy. : 30,7		Moy. : 21,5
Viandes :								
Bœuf	1,73	1,52	0,21	13,8	0,17	11,1	0,21	13,8
Vache	1,70	1,40	0,30	21,4	0,16	11,4	0,30	21,2
Veau	1,99	1,64	0,35	21,3	0,19	11,5	0,31	18,4
Mouton	2,05	1,74	0,31	17,8	0,18	10,3	0,24	13,2
Porc	1,81	1,43	0,38	26,5	0,20	13,9	0,28	18,3
				Moy. : 20,16		Moy. : 11,64		Moy. : 16,98
Fourrages :								
Foin	13,29	5,95	7,34	123,3	7,34	123,3	2,36	36,9
Paille	7,49	4,03	3,46	85,8	3,46	85,8	1,45	35,9
				Moy. : 104,5		Moy. : 104,5		Moy. : 36,4

[1] Calculs obtenus à l'aide des chiffres de la page 136 de la *Statistique agricole annuelle* de 1910 (parue en 1912) : Moyennes arithmétiques des prix moyens afférents à chaque département français. [Conférence faite à l'Institut Agricole de l'Université de Nancy: Rendement des plantes cultivées, novembre 1913.]

tuation relativement plus considérable des prix des viandes, qui est de 1/2 en plus que dans la période précédente. Elle représente une fluctuation qui atteint numériquement 1/2 du nombre-index correspondant établi pour les fourrages (au lieu de 1/10 dans l'autre période).

Si on prend les nombres-index fournis pour la période vingtenaire (1891-1910), on voit que les chiffres sont naturellement plus élevés, ou au moins égaux à ceux de la période décennale la plus fluctuante. Les moyennes générales accusent toujours que les oscillations sont relativement plus élevées avec les céréales qu'avec la viande.

Toutes les statistiques établissent que les fluctuations relatives du prix du kilogramme de viande sont plus faibles que les fluctuations des produits qui servent à la production de la viande. On peut dire de même que les fluctuations des prix de la farine sont moindres que les fluctuations des prix du blé.

Les nombres-index, ainsi calculés pour les pays différents, permettraient de déduire des caractéristiques scientifiques concernant l'Economie agricole mondiale, et d'autres visant l'Economie rurale de chaque pays, ou même de chacune des régions agricoles, celles-ci étant très différenciées à cet égard, ainsi que nous l'avons constaté dans des calculs particuliers.

L'expérience a fourni aux praticiens des résultats qui concordent généralement avec ceux qui résultent de la comparaison des coefficients numériques ainsi établis; mais l'agronome peut trouver dans les nombres-index des indications utiles sur les combinaisons de polyculture favorables aux compensations. L'agriculteur, ayant à subir des fluctuations de rendement très aléatoires, peut, en effet, y remédier d'instinct par une polyculture compensatrice : les fluctuations simultanées de diverses cultures ne variant pas toujours dans le même sens.

Au point de vue de l'Economie politique, on voit que l'évaluation du *revenu moyen annuel* d'une exploitation agricole est un problème singulièrement difficile. Cette évaluation dans tous les cas doit porter sur un nombre d'années suffisant pour établir des moyennes. Il ne faut pas non plus en exagérer le nombre, parce qu'alors les conditions économiques, qui dominent de haut le revenu rural, sont complètement modifiées d'une décade à l'autre.

Edmond Gain,
Professeur à l'Université de Nancy,
Directeur de l'Institut Agricole et Colonial.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La question des Nouvelles-Hébrides[1]. — Découvertes en 1606 par Fernandez de Queiros, les Nouvelles-Hébrides comprennent une quarantaine d'îles et îlots, d'une superficie de 15.600 kilomètres carrés ; elles dépendent géographiquement de la Nouvelle-Calédonie et se trouvent sur une des routes de Panama. La population indigène, de race papoue, est en voie de diminution, comme dans toutes les îles d'Océanie ; elle est évaluée à 50.000 habitants, auxquels s'ajoutent 632 Français et 288 Anglais ou Australiens. Le climat est plus chaud et moins sain pour les Européens qu'en Nouvelle-Calédonie.

En 1854, lorsque nous prîmes possession de cette dernière île, les Nouvelles-Hébrides n'étaient fréquentées que par des baleiniers en route vers le Sud et des marchands de bois de santal et de coprah. Ayant omis jusque-là d'en prendre officiellement possession, nous nous trouvâmes en 1877 en présence de l'Angleterre, qui venait d'occuper les Fidji, les Salomon et la Nouvelle-Guinée, de telle sorte qu'après un échange de notes entre Paris et Londres, les deux Gouvernements s'engageaient en 1878 de ne pas occuper l'Archipel sans se prévenir mutuellement. De nouveaux pourparlers sont entamés en 1885 et une Commission mixte de protection fut nommée le 16 novembre 1887. En 1896 et en 1903, les colons français réclament l'annexion à la France, mais l'Angleterre, sous la pression toujours plus forte de l'Australie, entend réserver ses droits, et le traité du 9 janvier 1907 définit l'archipel un « territoire d'influence commune » aux deux nations et en confie l'administration à deux hauts commissaires, les gouverneurs de Fidji et de la Nouvelle-Calédonie, représentés sur place par des commissaires résidents.

C'est à notre indifférence que nous devons ce « condominium », régime boiteux et néfaste au développement économique de l'Archipel ; nous avons longtemps considéré les Nouvelles-Hébrides comme une « monnaie d'échange » et il est encore à craindre que ce soit un jour leur destination devant l'opposition croissante de l'Australie, impérialisme « sentimental » qui ne répond pourtant à aucune nécessité économique. On peut s'étonner à juste titre qu'un pays de près de 8 millions de kilomètres carrés, ne possédant que 4.600.000 habitants, s'acharne à vouloir annexer les îles du Pacifique, alors que des régions immenses et fertiles de son territoire sont encore désertes, en même temps qu'il ferme ses portes à l'émigration jaune, sans souci des « courants d'air » qui soufflent du côté de l'Extrême-Orient. L'Océanie aux Australiens, telle est la doctrine préconisée par les hommes politiques du Commonwealth. Leur but est d'assurer des débouchés à leurs industries, protégées à outrance et handicapées par une main-d'œuvre rare et des salaires très élevés, et de faire de Melbourne et de Sydney principalement les entrepôts des produits océaniens, du coprah notamment.

Les principaux auxiliaires de l'Australie, dans sa lutte d'influence contre nous, sont les missions protestantes, établies dans l'Archipel depuis 1839.

A leur influence, l'Australie a ajouté des tentatives d'introduire des colons, et, devant leur insuccès, elle cherche à racheter des propriétés françaises mises en valeur. Car, à côté de leur prépondérance numérique, nos compatriotes détiennent la plus grande partie des plantations, tandis que la majorité de l'élément anglais se livre au commerce, tout particulièrement à celui du coprah. Il est même intéressant de remarquer que les quelques planteurs anglais sont les premiers à réclamer l'annexion des Nouvelles-Hébrides à la France, comme en témoigne une pétition en ce sens, remise par vingt-cinq d'entre eux, le 11 mai 1912, au commissaire français, M. Repiquet.

Tandis que la Nouvelle-Calédonie est surtout minière, les Nouvelles-Hébrides sont exclusivement agricoles ; les principales cultures sont le caféier, le palmier cocotier, le maïs, le cacaoyer, le tabac, la vanille ; on pourrait y ajouter le coton, mais la diminution de la population indigène et l'opposition des missionnaires anglais font que la main-d'œuvre est rare, alors qu'il est très difficile d'obtenir des coolies javanais, les plus « désirables » parmi les travailleurs asiatiques. Des maladies sur le caféier et le cocotier, survenues en 1910 et 1911, ont encore contribué à paralyser l'essor commercial de ces îles, qui tend à se porter du côté de l'Australie pour un double motif : les droits de douane élevés qui frappent les produits coloniaux à leur entrée en France, et l'insuffisance des services maritimes qui relient nos ports à tous nos établissements d'Océanie et qui pousse ceux-ci à s'orienter vers Melbourne et vers Sydney.

Pierre Clerget,
Directeur à l'Ecole de Commerce de L

[1] *L'Océanie française* (Bulletin mensuel du Comité de l'Océanie française), 1912 et 1913. — R. Laussel : La question des Nouvelles-Hébrides. *Questions diplomatiques et coloniales*, 1er décembre 1913.

LES PLUS JEUNES VOLCANS DE LA FRANCE :

LA CHAINE DES PUYS

Les volcans du Massif Central de la France, très diversifiés comme âge, comme aspect et comme grandeur, dressent leurs cratères béants et leurs pics dénudés au-dessus des bassins tertiaires, des plateaux archéens et granitiques de ce Massif, dont ils constituent le plus bel ornement.

Leur remarquable ensemble, qui mesure 300 kilomètres du Nord au Sud (depuis les environs de Clermont jusqu'à la Méditerranée), et ne couvre pas moins de 12.000 kilomètres carrés, forme un des groupes volcaniques les plus importants et les plus intéressants de l'Europe.

Leur histoire n'est-elle pas d'ailleurs étroitement liée au *rajeunissement* du relief du Massif Central lui-même (réduit à une pénéplaine au début du Tertiaire), à la surrection de la chaîne alpine et aux effondrements qui accompagnèrent la formation de cette grande zone de plissements? N'y retrouve-t-on pas tous les modes de dynamisme volcanique observés dans les volcans actuels et ne présentent-ils pas aussi une infinie variété de laves, une gamme non moins variée de sources minérales et d'abondants dégagements gazeux et carbonés, qui ne sont que l'*écho affaibli de leurs dernières manifestations?*

Il n'est pas jusqu'au sous-sol qui n'ait conservé un caractère volcanique par l'élévation très notable de son degré géothermique, puisque la température y augmente de 1 degré par 14 mètres (au lieu de 33).

Chaque mouvement, chaque effondrement important d'une portion de l'avant-pays alpin que nous considérons, a provoqué *une crise volcanique* qui s'est traduite par la sortie de projections et de laves, par l'édification de volcans isolés, groupés en séries ou de grands massifs.

Ainsi ont pris naissance successivement ou simultanément, du Miocène inférieur au Quaternaire supérieur, sous l'influence de ces effondrements (dont la puissance atteint près de 1.000 mètres en certains points) : les volcans de la Limagne, des Coirons, de l'Aubrac et du Velay, ceux du Forez et de la Sioule, la grande traînée volcanique qui va des Causses du Larzac à la Méditerranée, et ces puissantes accumulations de laves et de cendres alternées, désignés sous les noms de : Massif du Mont-Dore, Cézallier, Cantal, édifices complexes de matériaux volcaniques dont les cratères s'élevaient jusqu'à 3.000 mètres d'altitude et dont l'importance approchait (Mont-Dore) ou dépassait de beaucoup (Cantal) celle de l'Etna actuel.

Et quel étrange contraste ces montagnes de feu n'offrent-elles pas, puisque après avoir vu pousser les roses à l'état spontané sur leurs flancs, à plus de 1.000 mètres d'altitude, on assiste *bientôt* à leur ensevelissement, sous une calotte de glace de plus de 100 mètres d'épaisseur.

Le rabot glaciaire a contribué dans une large mesure, à trois reprises différentes, à découronner ces grands volcans, à leur donner leur modelé actuel en les étoilant de profondes vallées, et en les réduisant à des proportions modestes, car les plus élevés n'atteignent même pas aujourd'hui 1.900 mètres d'altitude.

La dernière crise volcanique se produisit après le départ des derniers glaciers (Quaternaire supérieur), et l'homme paléolithique, avec son cortège d'animaux de l'époque : le Mammouth, le Renne, le Rhinocéros à deux cornes, etc., en furent les témoins effrayés.

La dernière crise volcanique donne naissance à la Chaîne des Puys. Cette *crise ultime* fut localisée à des territoires plus restreints : au Vivarais, à quelques points du Velay, du Massif du Mont-Dore et de la Limagne; mais elle eut son maximum d'acuité dans la région ancienne séparant la vallée de la Sioule des plaines de la Limagne, et c'est là qu'elle édifia ce joyau volcanique du Massif Central : la *Chaîne des Puys*, avec ses 80 volcans et ses 100 bouches éruptives, qui paraissent nés d'hier et dont les cendres semblent encore chaudes.

L'histoire captivante de cette chaîne soulève de multiples problèmes intéressant *la topographie, l'hydrologie souterraine, le dynamisme éruptif, la pétrographie, la paléontologie, etc.*, problèmes que j'ai essayé de résoudre dans un travail qui vient de paraître[1], et que je vais résumer ici succinctement.

Je n'oublie pas ce que je dois à mes devanciers dans cette étude, et, dans un premier chapitre sur l'*historique du vulcanisme en Auvergne*, j'ai eu le devoir agréable d'exposer le développement des idées sur cette question, d'intérêt mondial, posée d'abord par Guettard, précepteur de Lavoisier, qui signala le premier, en 1751, que les montagnes de la Chaîne des Puys étaient des volcans éteints, faisant ainsi de cette région si originale le berceau du

[1] Ph. Glangeaud : La Chaîne des Puys et la petite Chaîne des Puys. *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France.* Un vol. gr. in-8° de 256 pages avec 11 planches et une carte en couleurs au 50.000e. (Prix : 16 fr. 50.) Béranger, éditeur, Paris, 1914.

paléovulcanisme. De nombreux savants, parmi lesquels il faut citer Desmarets, de Montlosier, Dolomieu, Ramond, Lecoq, Poulett-Scrope, von Lasaulx, Pommérol, Michel-Lévy, MM. Lacroix et Boule, etc., y ont apporté le fruit de leurs observations parfois définitives.

I. — Situation et Topographie.

La Chaîne des Puys, par sa jeunesse, contraste avec les régions volcaniques qui l'encadrent : celles de la Sioule, de la Limagne et du Mont-Dore, d'âge mio-pliocène, rongées par les agents atmosphériques et disloquées par les mouvements du sol. Ses 80 volcans sont alignés, dans leur ensemble, suivant une direction remarquablement N.-S., qui est celle des principaux plis anticlinaux et synclinaux tertiaires de la région (fig. 1).

Ils sont édifiés à l'Est et en contre-bas d'un bourrelet cristallin qui peut être considéré comme le reste de la clef de voûte de l'anticlinal séparant les deux dépressions précitées.

Ils forment une série de *chaînons* de direction N.-N.E. et N.-N.W., qui représentent les directions des fractures hercyniennes de la région, réouvertes vraisemblablement à la faveur des mouvements quaternaires.

Le *soubassement topographique* des Puys présente au moins *trois cycles d'érosion* (qui paraissent : miocène supérieur, pliocène et quaternaire), ayant laissé des traces manifestes, sur les flancs de l'ancien anticlinal des Puys, sous la forme de *surfaces topographiques emboîtées* les unes dans les autres (fig. 2). Par suite d'une érosion plus rapide à l'Est (versant Limagne) qu'à l'Ouest (versant Sioule), due principalement à un abaissement du niveau de base des cours d'eau, plus accéléré dans le premier cas que dans le second, il se produisit vers l'Ouest une *migration de la ligne de partage des eaux*, qui dépassa assez fortement la clef de voûte anticlinale, de telle sorte que le rapport des deux versants hydrologiques (Limagne, Sioule), qui était primitivement de 1/3, fut renversé et devint égal à 3/1. Ce processus amena la formation d'une série de *cols*, qui échancrèrent la clef de voûte anticlinale et permirent aux rivières du versant de la Limagne d'accéder sur le versant de la Sioule.

Les vallées pliocènes sont des *vallées mûres*, à pente peu accentuée, n'existant que dans la partie élevée de la région et se raccordant, par une *rupture de pente* accusée, à des *vallées jeunes*, d'âge quaternaire, en forme de gorges étroites et à pente rapide qui accèdent dans la Limagne et la vallée de la Sioule.

Les vallées ainsi créées devaient nécessairement servir de collecteurs aux coulées de lave issues des volcans de la Chaîne des Puys, qui sur le versant de la Limagne sont moins importantes et ne s'observent qu'au fond des thalwegs, tandis qu'elles ont remblayé complètement les vallées sur le versant de la Sioule. Les surfaces topographiques du soubassement de la Chaîne des Puys se relient à des surfaces semblables sur les monts du Forez et du Livradois. Mais il existe, en Limagne, de plus *vieilles surfaces topographiques* (miocènes), con-

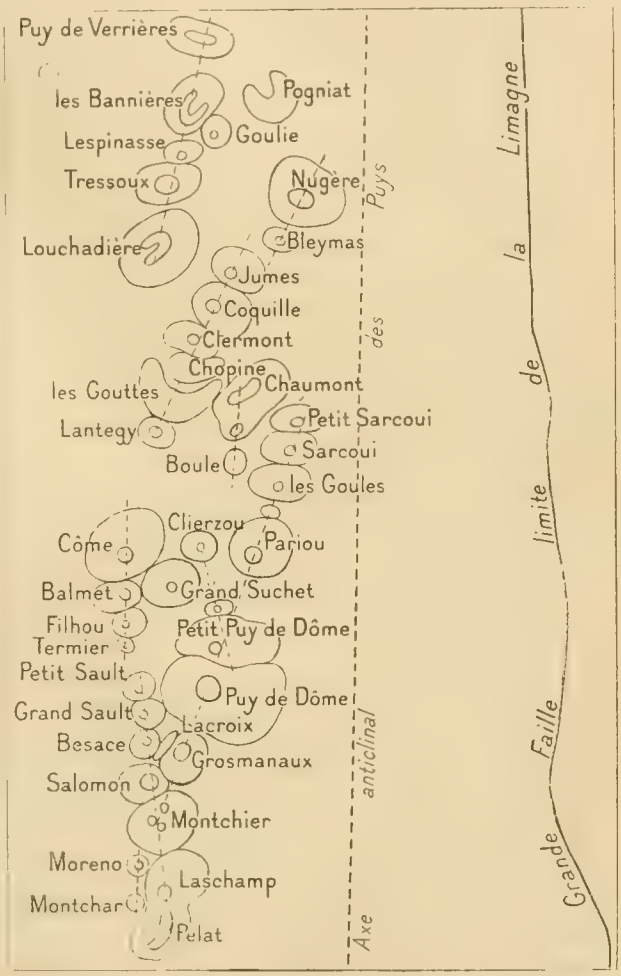


Fig. 1. — *Les chaînons volcaniques de la Chaîne des Puys et l'alignement N.-S. de cette chaîne.* — On sera frappé par les alignements des appareils éruptifs suivant les lignes N.-N.E. et N.-N.W., qui sont les directions des dislocations hercyniennes de la région. Ce sont les mouvements quaternaires qui amenèrent vraisemblablement la réouverture d'anciennes fractures, de cet âge, par lesquelles sortirent les laves des Puys[1].

servées à la faveur des revêtements de lave qui les ont protégées contre l'érosion. On observe même, dans le Livradois et le bassin d'Issoire, des *péné-*

[1] Nous remercions vivement M. Termier, directeur du Service géologique de la France, de nous avoir prêté quelques-uns des clichés ayant servi à illustrer le mémoire de M. Glangeaud.

plaines antéoligocènes, et on est amené à conclure que la Limagne est une dépression oligocène qui s'est comportée comme un *géosynclinal*, dans lequel se sont accumulés de 1.000 à 1.400 mètres de dépôts, limités par deux *géanticlinaux* (soubassement des Puys, monts du Forez) qui, à l'époque oligocène, furent en grande partie recouverts par les eaux lacustres.

Au point de vue *géologique*, le soubassement des Puys comprend des terrains archéens, du granite, une série de filons de roches grennes et des formations sans fossiles pouvant être attribuées au Cambrien ou au Dévonien (Barrois et Michel-Lévy).

II. — Dynamisme volcanique. Morphologie des appareils éruptifs.

Les volcans de la Chaîne des Puys ont présenté trois dynamismes différents, dont deux ont parfois alterné dans le même édifice. On distingue :

1° Un *dynamisme peléen*, dont le type a déjà fait l'objet de remarquables études, de M. Lacroix, sur la trop célèbre Montagne Pelée. Il correspond à une *grande viscosité du magma* volcanique, généralement *acide* et trachytique, mais parfois *basique*, comme je l'ai observé dans les dômes basaltiques du Tartaret, de Montchalm, etc. (Puy de Dôme). La matière volcanique pâteuse s'est accumulée, sur place, *verticalement*, et sans formation de cratère, au moins permanent, ni émission de projections, en donnant naissance à des *dômes* assez diversifiés comme aspects, tels que le Puy de Dôme (fig. 3 et 4), le Clierzou, le Sarcoui, dont certains rappellent les dômes analogues de la Montagne Pelée ou celui de la Soufrière de la Guadeloupe. Ces dômes, peu nombreux dans la Chaîne des Puys, sont au contraire fort répandus dans le massif du Mont-Dore.

Le Puy Chopine paraît résulter d'une *intrusion* de domite dans une colline granitique et cambrienne, à la façon des venues laccolitiques. Il y aurait eu de ce fait un soulèvement de la carapace.

2° Un *dynamisme vulcanien* (type de MM. Lacroix et Mercalli, pris à Vulcano), fréquent dans la Chaîne des Puys, où on ne l'avait signalé qu'en un point. Il se produit quand, dans les cratères, le magma visqueux tend à se solidifier avant l'éruption. La libération brusque des gaz emprisonnés dans la cheminée se fait difficilement et sous une forte pression en provoquant de *violentes explosions* et une pulvérisation de la croûte magmatique, qui est projetée sous la forme de débris anguleux, fendillés, de bombes à centre ponceux ou obsidiennique, offrant la structure dite *en croûte de pain* (fig. 5).

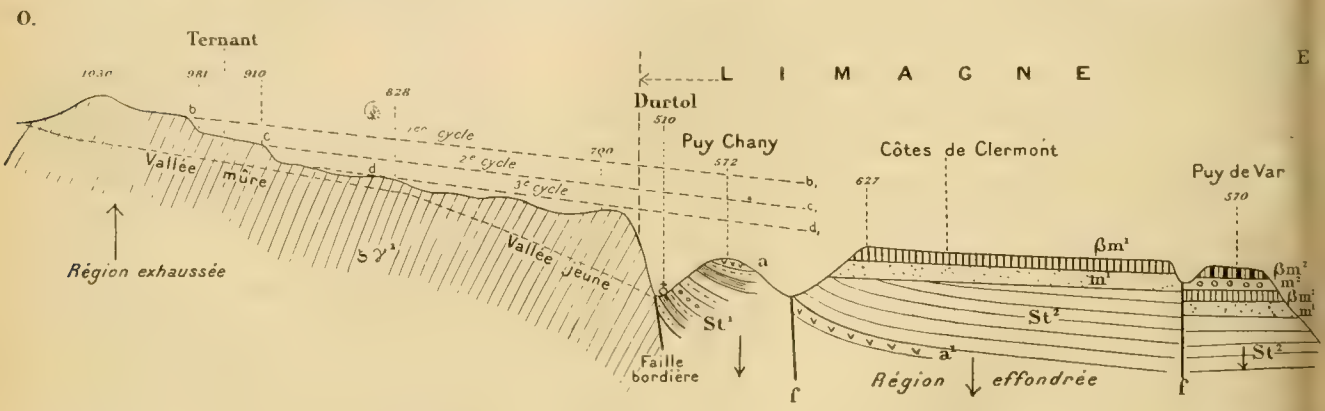


Fig. 2. — *Coupe E.-W. à travers le versant Ouest de la Chaîne des Puys et une partie de la Limagne.* — Cette coupe met nettement en évidence l'effondrement, les tassements post-oligocènes de la Limagne par rapport à la région archéenne et granitique de la Chaîne des Puys. Les mouvements, *en grande partie épirogéniques*, sont prouvés par l'existence des failles F, F, *f*, qui intéressent non seulement l'Oligocène, mais aussi le Burdigalien (m^1 sables granitiques = sables de la Sologne), les alluvions argilo-sableuses à chailles (Helvétien inférieur m^2) et les coulées de basalte de même âge (βm^1 et βm^2). La dénivellation pour ces voussoirs est d'au moins 150 mètres. St^1, St^2 Stampien. Le rejet est prouvé aussi par les restes de plates-formes de la région archéenne (*dd'*, *cc'*, *bb'*), en pente vers la Limagne, représentant les *pénéplaines* d'érosion, dont aucune ne se raccorde plus directement, ni avec la surface supérieure de l'Oligocène, ni avec le Miocène. Le raccord peut se faire si on relève les voussoirs dans leur ensemble d'environ 150-200 mètres. Remarquer les deux tronçons différents, *vallée mûre*, *vallée jeune*, des vallées du substratum des Puys.

Il y a également projection de cendres fines et de nombreux débris du sous-sol. Je soulignerai particulièrement que ce dynamisme est *fonction de la température de la lave et de sa viscosité*, et non de sa composition chimique, ainsi que M. Lacroix l'a constaté dans plusieurs volcans actuels.

J'ai observé, en effet, des bombes en croûte de pain labradoritiques et basaltiques typiques, dans plusieurs volcans de la Chaîne des Puys (fig. 6) Quinze au moins de ces derniers ont été édifiés suivant ce mode de dynamisme (Jumes, La Coquille, Pelat, etc.).

3° Un *dynamisme strombolien* (type pris à Stromboli), correspondant à un magma *beaucoup plus fluide*. Il a amené l'édification du plus grand nombre des cratères des Puys. Les explosions résultant de ce dynamisme sont moins violentes, car les gaz s'échappent plus librement ; elles projettent des *cendres* fines, noires ou rouges, de menus fragments scoriacés de même couleur (*lapillis*, *pouzzolanes*), constitués par un verre volcanique distendu et rendu spongieux par les gaz emprisonnés, des scories uniquement formées par des portions de lave celluleuse, ou par des bombes très polymorphes, limitées par des surfaces fondues, bombes ovoïdes, en bouse de vache, en fuseaux, etc. (fig. 7) [Puy de Côme, de Pariou, de la Vache, Lassolas, Nugère, etc.]

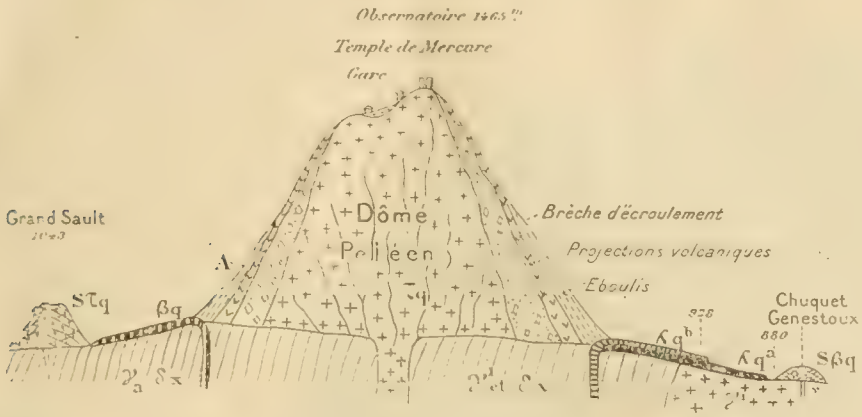


Fig. 3. — *Coupe E.-W. à travers le Puy de Dôme et ses abords.* — Cette coupe montre le *dôme peléen* (trachyte à biotite et à tridymite sans hornblende τq), enveloppé d'une première gaine formée par la brèche d'écroulement, recouverte par places par des projections *vulcaniennes* de trachyte à biotite avec hornblende, sans tridymite (ponces, bombes en croûte de pain, etc.). Fissures avec minéraux de fumerolles (hématite, etc.) dans le dôme. A la base, une troisième enveloppe est constituée par des *éboulis* sous lesquels sortent: à l'Ouest une coulée basaltique βq, et à l'Est deux coulées de labradorie λq^a et λq^b. Le substratum est constitué par le granite γ_1 et le cambro-dévonien. Remarquer la différence considérable du Puy-de-Dôme et des cônes nains situés à sa base.

J'ai pu constater que plusieurs volcans avaient présenté *successivement* les deux modes de dynamisme vulcanien et strombolien et que, dans certains cas (Les Gouttes, Jumes), il y avait même alternance de projections *acides* vulcaniennes et *basiques* stromboliennes (trachytiques et basaltiques).

Il y a lieu de noter que, si le même cratère a émis des projections acides et basiques, il n'a jamais donné de coulées acides dans la Chaîne des Puys. Les *dômes peléens représentent donc, sous cette forme particulière* de *sortie verticale* des *laves* trachytiques, les *coulées* de laves basiques des autres volcans.

Certains dômes, comme le Puy de Dôme, ont été recouverts postérieurement à leur édification par des projections vulcaniennes lancées par un cratère voisin (fig. 3).

Fig. 4. — *Le flanc occidental du Puy de Dôme.* (Vue prise sur la route du col de Ceyssat à Ceyssat.) — Ce dôme offre une grande analogie de forme et de constitution avec celui de la Guadeloupe. A la base (à droite), noter le Puy Lacroix, avec projections trachytiques, accolé au flanc du Puy de Dôme, qui aboutit au col de Ceyssat et se soude au Puy des Grosmanaux. A gauche de la figure, on aperçoit une portion du Grand Sault.

En tenant compte des données précédentes, on est amené à conclure que l'ancienne classification des volcans des Puys en volcans *dômitiques* (tra-

chytiques) et *volcans à cratère* (basiques) n'est pas exacte. On peut les classer de la façon suivante, en tenant compte du dynamisme et de la nature des produits émis :

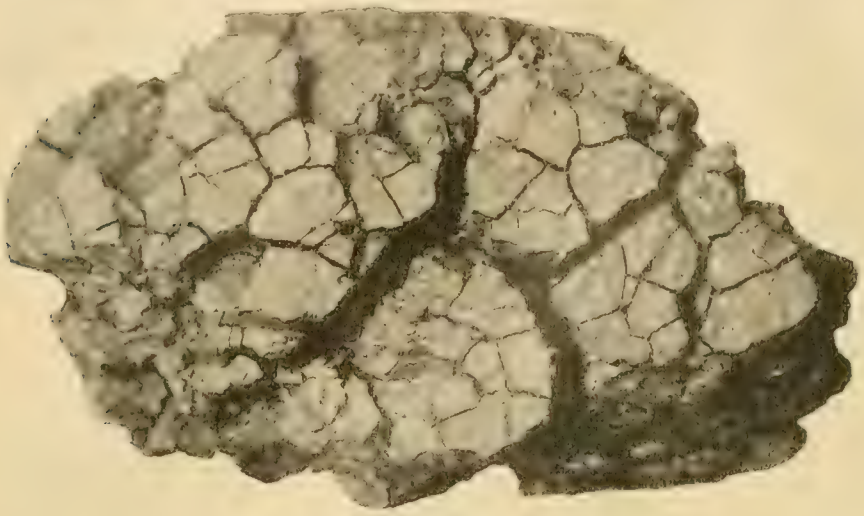


Fig. 5. — *Bombe trachytique (dômitique) du Puy de la Coquille, dite en croûte de pain, avec fentes de retrait de plusieurs ordres de grandeur.*

1° Dômes peléens :

a) *acides* (trachytiques) : Clierzou, Petit-Suchet, Sarcoui ;

b) *basiques* (basaltiques) : dômes de la coulée du Tartaret ;

2° *Dômes peléens* recouverts de *projections vulcaniennes* : Puy de Dôme;

3° Dômes *avec soulèvement d'écailles* de terrains anciens : Chopine, Montchar ;

4° Volcans à cratère :

a) à *projections exclusivement trachytiques* : Puys Pelat, Jumes, Coquille, Moreno, etc. ;

b) à *projections trachytiques, puis basiques* : Puys de Laschamp, des Grosmanaux, Louchadière, Gouttes, etc. ;

c) à *projections exclusivement basiques* : Puys de la Nugère, de la Vache, de Lassolas, de la Rodde, de Vichatel (fig. 8), etc.

Au point de vue *morphologique*, les édifices vulcaniens et stromboliens comprennent :

1° Des *cônes réguliers* : Puys des Goules, Jumes, Coquille, Mercœur, Montchal, etc. ;

2° Des *cônes ébréchés* ou *égueulés* : les célèbres Puys jumeaux de la Vache et de Lassolas, de Louchadière, de Mey, des Bannières, etc. ;

3° Des *cônes emboîtés concentriques* : Puy de Côme;

4° Des *cônes emboîtés excentriques* rappelant le Vésuve et le Somma : Pariou, Laschamp.

5° Des *cônes éruptifs alignés sur une fracture* : Barme, Jumes, et la Coquille ;

6° Des *cônes éruptifs disposés sur des fentes croisées*, avec plusieurs cratères : Montchier ;

7° Des *appareils avec cônes adventifs* sur les flancs : Pariou, Nugère, Petit Puy de Dôme, Taupe;

8° Des *cônes éruptifs et des dômes sur la coulée* : Tartaret, Poucharet;

9° Des *cratères d'explosion*, transformés en cratères-lacs analogues aux Maars de l'Eifel : Gour de Tazanat (fig. 9), Puy de l'Enfer ;

10° Des *fentes éruptives* avec sortie de laves sans projections : fentes de Nébouzat et de Beaunit.

Les dômes ont de 200 (Clierzou) à 500 mètres de hauteur (Puy de Dôme).

Fig. 6. — *Bombe basaltique, avec fissures de retrait de plusieurs ordres* (4). — (Rochefort-Montagne, Massif du Mont-Dore).

Les volcans à cratère mesurent quelques mètres (Chuquet-Genestoux et Couleyre), de 100 à 200 mètres (la majeure partie des cônes de la chaîne), et parfois dépassent 300 mètres (Pariou) et 350 mètres (Petit Puy de Dôme, Puy de Côme).

III. — Les coulées de lave.

Les *coulées de lave* ont des dimensions variables : de quelques mètres à 20 mètres d'épaisseur et de plusieurs centaines de mètres à 3 kilomètres de largeur. Leur longueur, également variable, peut n'atteindre que 2 à 300 mètres, mais elle mesure en général plusieurs kilomètres : 14 pour la coulée du Puy de la Vache et jusqu'à 22 kilomètres pour celle du Tartaret.

Les laves sont très généralement sorties à la base même de l'appareil éruptif (fig. 10) ; elles ont *débordé* exceptionnellement du cratère ; mais leur surface est presque toujours chaotique et très scoriacée (*cheires*) (fig. 11). Sur une section transversale, elles se présentent avec une *convexité* marquée, parfois *concave*, lorsqu'il s'est produit une fracture à leur extrémité, peu après leur épanchement, ce qui a permis au contenu lavique encore fluide de s'échapper et de former une nouvelle coulée (*écluse*) (fig. 12) ; dans ce dernier cas, il y a eu formation de *tunnels de lave*.

Fig. 7. — *Bombes stromboliennes.* — En haut, à gauche, bombe en fuseau. A droite, bombe reployée. Toutes les deux proviennent du volcan de Gravenoire. En bas, à gauche, bombe fragmentée, formée par la lave enroulée autour d'un axe. A droite, bombe contournée en forme de bonnet phrygien. Ces deux bombes proviennent du Puy de la Vache.

Les volcans n'ont émis parfois qu'une seule coulée de lave (Puy des Gouttes, Tressoux, Chaumont, etc.), plus fréquemment deux, trois et jusqu'à *huit coulées successives* (Puys de Côme, de Louchadière, de la Nugère), qui se sont étalées largement ou superposées et ont rempli alors les vallées, où elles alternent avec des couches de projections et des alluvions, sur 80 mètres (Puys de Côme et de la Nugère) et jusqu'à 110 mètres de hauteur (Louchadière). Il y a donc eu, entre deux périodes d'activité, des *intervalles de repos* assez grands, pendant lesquels les animaux ont pu circuler sur les coulées refroidies. On a recueilli, en effet, des ossements de bœufs et de cerfs, entre deux coulées, près de Volvic.

Le volume des projections émises, principalement des cendres, a dû être considérable, si on en juge par les lambeaux qui existent en placage sur les flancs de plusieurs vallées et à la base de l'escarpement granitique de la Limagne. Le volume total des produits rejetés par les volcans de la Chaîne des Puys atteint environ 8 milliards de mètres cubes.

Il faut remarquer que la *prismation régulière* des coulées de lave en prismes à 3, 4, 6 pans, est un phénomène indépendant (*phénomène de convexion*) du phénomène de retrait, de *fissuration*, produit par le refroidissement.

La prismation, assimilable à un *clivage*, semble n'avoir produit aucun retrait, tandis que la fissuration est marquée par la formation de fentes irrégulières et parfois très larges existant, soit seulement à la surface de la lave, soit à travers toute la coulée. Ces fentes de retrait sont nettement indiquées sur les bombes vulcaniennes (fig. 5 et 6).

IV. — Hydrologie volcanique.

Les appareils éruptifs de la Chaîne des Puys sont édifiés à la limite de deux versants hydrogra-

phiques dominés, à l'Est, par des hauteurs, qui sont les restes d'une ancienne ligne de faîte orographique. Ils ont émis des coulées qui se sont épanchées sur les deux versants de la Sioule et de la Limagne, principalement dans les vallées, qu'elles ont en partie ou complètement remblayées (fig. 13).

Fig. 8. — *La mer de nuages dans la région sud de la Chaîne des Puys, vue du sommet du Puy de Dôme* (Phot. David). — Les volcans émergent, telles des îles, au milieu des nuages. A l'horizon, le massif volcanique du Mont-Dore.

Cette édification, bien qu'ayant apporté des changements topographiques considérables dans la région, n'a pas modifié, en général, le tracé des anciens cours d'eau pliocènes et quaternaires que les coulées ont recouverts et qui circulent presque toujours à leur base, au fond des anciens thalwegs, car les appareils éruptifs et les coulées constituent pour l'eau un relief perméable, qui n'a été que *surajouté* à un relief imperméable. Ce sont ces cours d'eau qui émergent parfois en saignée sur le flanc érodé des coulées ou plus généralement sur le front, en donnant naissance à des sources abondantes (débit atteignant 175-200 litres à Chez-Pierre, 250 litres dans la Veyre; 800 litres à la seconde à Saint-Genès-l'Enfant, etc.), constituant parfois de véritables *résurgences* (la Veyre à Saint-Amand).

En raison de sa porosité, de son altitude plus élevée au-dessus du territoire environnant, la Chaîne des Puys est un *condensateur et un régulateur* des cours d'eau souterrains et par suite des sources. Elle constitue également un *filtre remarquable* et un *appareil frigorifique* qui permet, en certains points, la formation de glace durant les fortes chaleurs de l'été (et de l'été seulement). Cette glace se forme par suite d'une évaporatiou très active, rappelant celle qui se produit à la surface des alcarazas. La connaissance des *cirques d'érosion*, antérieurs à l'édification des Puys, permet de déterminer l'étendue des *bassins d'alimentation* des sources, qu'il est important de délimiter pour évaluer le débit de ces dernières. Plusieurs villes (Clermont, Riom, Châtel-

Fig. 9. — *Le cratère-lac (Gourd) de Tazanat.* — Ancien cratère occupé par un lac.

guyon), de nombreux bourgs et villages s'alimentent avec les eaux de ces sources, très pures, très fraîches et supérieures aux sources granitiques et aux sources du massif du Mont-Dore (en grande partie trachytique) par *leur plus grande minéralisation*, leur *teneur plus élevée en chaux et en magnésie*, dues à leur longue circulation à travers des laves surtout basiques (andésites, labradorites, basaltes) donnant un *degré hydrotimétrique plus élevé* (de 5 à 8 au lieu de 2 ou 3).

V. — Lacs de barrage. Evolution du cours de la Sioule. Phénomènes de capture.

Dans certains cas, les coulées en s'épanchant au travers des vallées ont amené, en amont, la formation de *lacs de barrage*. Sur vingt-deux lacs ainsi produits, il n'en reste plus aujourd'hui que deux (lacs d'Aydat (fig. 14) et de la Cassière); les autres ont été remplis par des apports alluviaux (Fontgibaud), par des dépôts tourbeux ou des accumulations de diatomées (randannite). La Sioule offre un exemple très instructif de l'évolution du cours d'une rivière, en relation avec les éruptions du groupe volcanique du Mont-Dore et des volcans des Puys (fig. 15).

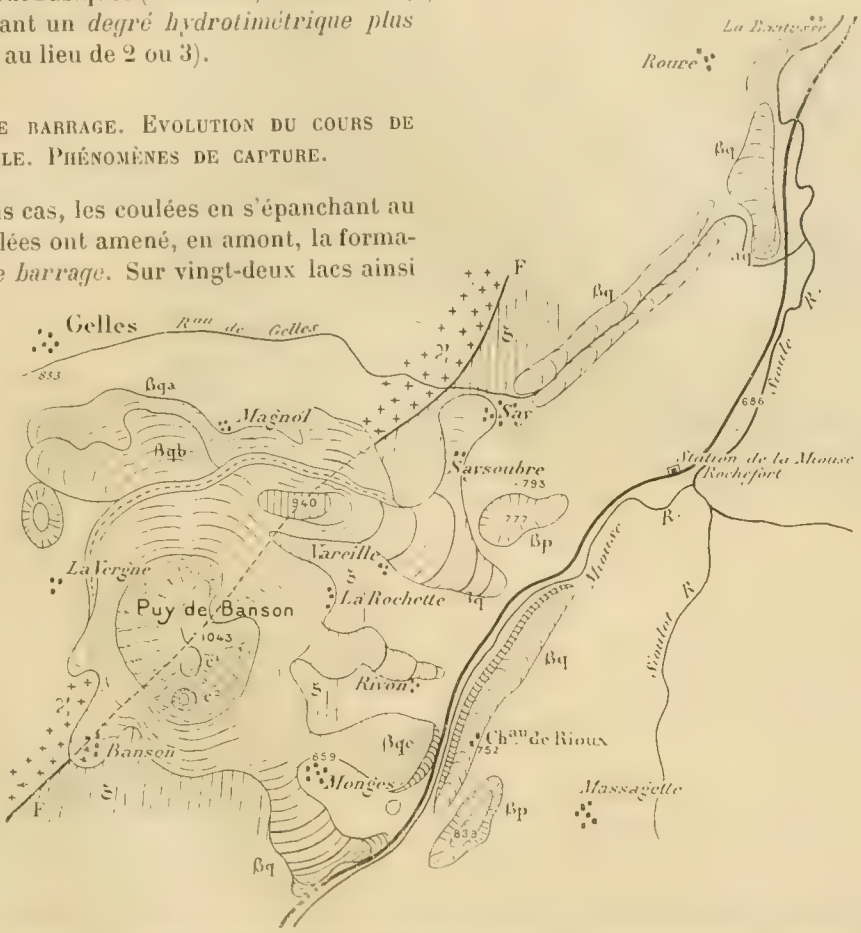


Fig. 10. — *Carte du volcan de Banson et de ses coulées.* — Volcan édifié sur une fracture, à la limite de deux compartiments, l'autre granitique, l'autre gneissique. Cône central égueulé avec deux cratères adventifs $c_1 c_2$ sur une fracture radiale. Coulées très digitées (rappelant les bras d'une pieuvre) de basalte limburgitique passant à la limburgite, qui se sont étendues dans la vallée de la Miouse, le ruisseau de Gelles et jusque dans la vallée de la Sioule en formant une série de cascades de laves. Sectionnement de ces coulées issues de la base du cône βq, notamment près du château de Rioux, où la lave est rejetée sur la rive droite et forme des escarpements dominant la vallée, que culminent des lambeaux βp de coulées basaltiques du massif du Mont Dore (volcan de la Banne d'Ordanche); γ, granit; ξ, gneiss variés et gneiss à cordiérite; aq, alluvions sous-basaltiques.

Le plus important des lacs de barrage fut le *lac de Pontgibaud*, qui prit naissance par l'émission des coulées de Côme et de Louchadière, qui créèrent à Pontgibaud, à travers la vallée de la Sioule, une digue de plus de 40 mètres de hauteur et de près de 3 kilomètres de longueur. Le lac qui se forma en amont de la digue avait 5 kilomètres de longueur et peut être considéré comme le *plus grand lac quaternaire d'Auvergne*. Il fut comblé ensuite par les apports de ses émissaires, ce qui amena un relèvement du thalweg jusqu'au barrage. La pente en amont de ce dernier n'est plus que de 0,0005 par mètre sur 7 kilomètres, tandis qu'au-delà du barrage, en aval de Pontgibaud, elle est quarante-deux fois plus forte (0,021 sur 3 kilomètres).

De ce fait, les coulées miocènes et pliocènes, qui étaient *suspendues*, en amont de Pontgibaud, d'environ 150 mètres au-dessus de la vallée de la Sioule, ne culminent plus cette dernière que de 90 à 120 mètres.

VI. — Pétrographie. Chimie. Minéralogie.

Les laves émises par les volcans de la Chaîne des Puys sont des laves dont la densité varie de 2,6 à 3,2 et dont la couleur oscille du gris très clair (trachytes) au noir foncé (basaltes).

Elles comprennent la série suivante :

1° *Trachytes* et *Sanidinites* (dômes peléens et projections vulcaniennes d'une vingtaine de volcans de la région centrale de la chaîne).

Les roches basiques offrent deux ou trois phases de cristallisation des *feldspaths* qui se présentent:

a) en *phénocristaux* (rares);

b) en *grandes lamelles* mâclées, aplaties suivant g^1 (très fréquentes), visibles à l'œil nu sous

forme de paillettes qui donnent à la roche un aspect nacré;

Fig. 11. — *Le Puy de Dôme et ses abords.* (Vue prise de la cheire du Pariou, de Chez Vasson.) — On aperçoit successivement à droite du Puy de Dôme : le Petit Puy de Dôme, le Puy Ramond, le dôme du Petit Suchet et une portion du cratère du Pariou. En avant, Orcines.

c) en *microlites*.

On observe une ou deux phases de cristallisation de l'*olivine*. Les *pyroxènes augites* sont très fréquemment titanifères.

La série basique comprend les types suivants :

2° *Andésites* (Nugère, Pariou, Lantegy, Laschamp);

3° *Andési-labradorites* (Bleymas, Louchadière);

4° *Labradorites*. Ces laves constituent les coulées les plus largement étalées des Puys (Louchadière, Côme, Bleymas, Petit Sarcoui, Mey, Barme, Pourcharet, Montgy, etc.).

5° *Labradorites-basaltes* (Côme, Bleymas, Barme);

6° *Basaltes* :

a) normaux ; } (La majorité des volcans de
b) feldspathiques } la chaîne).

c) semi-ophitiques (Puys des Gouttes, de Clermont).

d) limburgitiques (coulées inférieures de Côme, Banson, La Vialle, Neuffond).

7° *Limburgites*. Plusieurs coulées de Banson et La Vialle.

Un même volcan a émis successivement une, deux... jusqu'à *huit coulées de lave superposées, alternant avec des couches de projections* ou des produits volcaniques de ruissellement (volcans de Côme, de Louchadière et de la Nugère).

Ces coulées sont de même nature, toutes labradoritiques (Barme), ou basaltiques (la Vache, Lassolas), ou basaltiques et andésitiques (Pariou, Laschamp, Nugère, Lantegy, etc.), ou basaltiques et labradoritiques (Côme, Louchadière, Montgy), ou andésitiques, labradoritiques et basaltiques (Bleymas), etc.

Ces *variations de composition des laves* émises par un même centre montrent les *variations correspondantes du magma profond* durant les intervalles de repos qui succédaient aux phases éruptives successives. Les sorties de laves acides (trachytiques) ont, d'une façon générale, précédé les émissions de laves basiques sous formes de dômes ou d'éruptions vulcaniennes. La *basicité du magma* a donc augmenté avec le temps.

Au point de vue *chimique*, les laves des Puys renferment une proportion de silice oscillant de

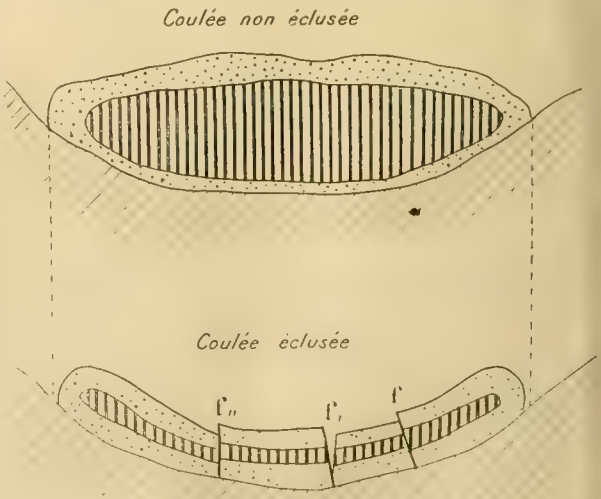


Fig. 12. — *Deux coupes transversales à travers une coulée éclusée et non éclusée.* — Le croquis supérieur montre la coulée *non éclusée*, à surface extérieure *convexe* avec sa gaîne scoriacée et sa partie centrale fluide qui se prisme fréquemment. Le croquis inférieur montre l'aplatissement de la coulée, principalement marqué dans la région médiane, après le départ de la portion centrale éclusée. Les bords de la coulée deviennent culminants par rapport à la région médiane, qui se fracture en outre fréquemment ; *f*, failles (Cheires d'Aydat).

67 °/₀ (trachytes) à 43 °/₀ (basaltes limburgitiques et limburgites).

La série basique est analogue à celle de l'Etna; elle est alcalino-granitique, mésosodique, mésoalumineuse, et ferromagnésienne.

La teneur en *oxydes de fer* (Fe^2O^3 et FeO) et de *magnésie* réunis subit des variations très notables, puisqu'elle passe successivement de 4,5 °/₀ (domites) à 19,85 °/₀ (limburgites). Par contre, le pourcentage de la *potasse* et de la *soude* tombe de 10,5 °/₀ (domite) à 4,5 °/₀ (limburgites), et la teneur en *chaux* s'élève de 2 °/₀ (trachytes) à 12 °/₀ (limburgites). Un fait intéressant est la proportion élevée de l'*oxyde de titane* (TiO^2) dans les labradorites, les basaltes, et basaltes limburgitiques (près de 5 °/₀).

Cet oxyde contribue dans une large mesure à la constitution des pyroxènes augites qui sont fréquemment titanifères. La proportion de l'acide phosphorique est faible (elle ne dépasse pas 1 °/₀).

Les *fumerolles chlorhydriques* ont donné naissance à des minéraux répandus assez abondamment dans les fissures des dômes, parfois dans les projections et les coulées des volcans à cratère: ce sont: l'*hématite* (oligiste ou fer spéculaire), la *martite*, la *biotite*. Les fumerolles diffuses ont fourni l'*opale hyalite* et la *fiorite*. La tridymite a été formée postérieurement à l'émission des trachytes par autopneumatolyse. Dans quelques cas plus rares, observés par M. Lacroix (Gravenoire), on a recueilli les minéraux de fumerolles suivants: orthose sodique, anorthose, andésite, labrador, pyroxènes sodiques, augite et pseudobrookite.

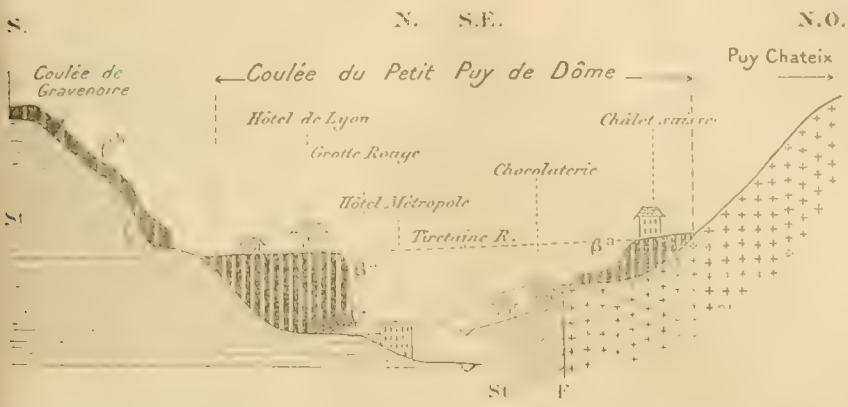


Fig. 13. — *Coupe S.-N. puis S.-E.-N.-W. à travers Royat balnéaire et la vallée de la Tiretaine.* — La vallée, en aval de la chocolaterie, est constituée par un complexe d'arkoses, d'argiles sableuses et de grès fins (St_1); en amont par du granite (γ_1). Le contact des deux formations se fait par la grande faille occidentale de la Limagne F. La vallée a eu son fond remblayé par une coulée de basalte, βa, de 20 mètres de haut, issue du Petit Puy de Dôme. Elle est aujourd'hui sectionnée par le ruisseau, et en surplomb au-dessus de la rivière. Les coulées basaltiques βb du volcan de Gravenoire, qui domine Royat, descendent sous une pente rapide sur les *flancs* du thalweg de la vallée et viennent presque en contact avec celles du Petit Puy de Dôme.

La *fertilité de la Limagne* alluviale est due en grande partie au mélange intime des cendres et des roches (laves) acides, surtout *potassiques* (trachytes), et des roches et cendres basiques, riches en *chaux*, *fer* et *magnésie*, roches et cendres des Puys entraînées par le vent et par les torrents, affluents latéraux de l'Allier qui les ont étalées dans la Limagne au Quaternaire supérieur.

VII. — Age et causes des éruptions volcaniques.

Les volcans de la Chaîne des Puys ont une grande fraîcheur ; leur cônes sont bien conservés, et leurs coulées parfois emboîtées les unes dans les autres (fig. 16) forment des cheires occupant le fond des vallées ou suspendues seulement de quelques mètres au-dessus de ces dernières. Les considérations paléontologiques permettent de conclure: que les éruptions des Puys débutèrent à la fin du *Quaternaire moyen* caractérisé par l'*Elephas antiquus*, ou plus vraisemblablement au début du

Fig. 14. *Le lac d'Aydat (lac de barrage).* — Vue prise d'Aydat. On aperçoit au fond la coulée des Puys de la Vache et de Lassolas qui a barré la vallée de la Veyre. A l'horizon (à g.), colline miocène supérieure de la Serre.

Quaternaire supérieur, caractérisé par l'*Elephas primigenius* (Mammouth). Ce sont les dômes trachytiques qui furent édifiés les premiers, puis les volcans à cratère à projections vulcaniennes trachytiques, qui donnèrent ensuite des projections stromboliennes et des coulées de laves andésitiques, labradoritiques et basaltiques.

L'édification de la Chaîne des Puys dura *plusieurs milliers d'années*, avec des *phases d'activité* parfois nombreuses (jusqu'à huit et dix), *alternant* avec des *périodes de repos* correspondant à des ravinements, pendant lesquelles les animaux de l'époque (Bœufs, Cerfs, et peut-être le Renne et l'homme) pouvaient parcourir les coulées refroidies.

Les dernières éruptions datent de la fin de l'Epoque du Renne. Elles sont indiquées aujourd'hui par les coulées situées complètement au *fond des vallées* et à peine entamées par l'érosion (dernières coulées de la Vache, de Côme, du Tartaret, etc.).

On peut dire que les différentes phases d'édification de la chaîne eurent lieu durant la même époque géologique (*Quaternaire supérieur*).

Il faut principalement rechercher les *causes des éruptions volcaniques des Puys* dans les mouvements *épirogéniques*, les *tassements*, les *effondrements relatifs* du synclinal de la Sioule et surtout du géosynclinal de la Limagne comblé par 1.400 mètres de dépôts oligocènes *profondément disloqués*, synclinaux situés en contre-bas et encadrant la chaîne, édifiée sur une zone anticlinale, *relativement exhaussée*. Ces mouvements, ainsi que je l'ai indiqué au début de cet article, ne sont pas spéciaux au Quaternaire, ils ne représentent

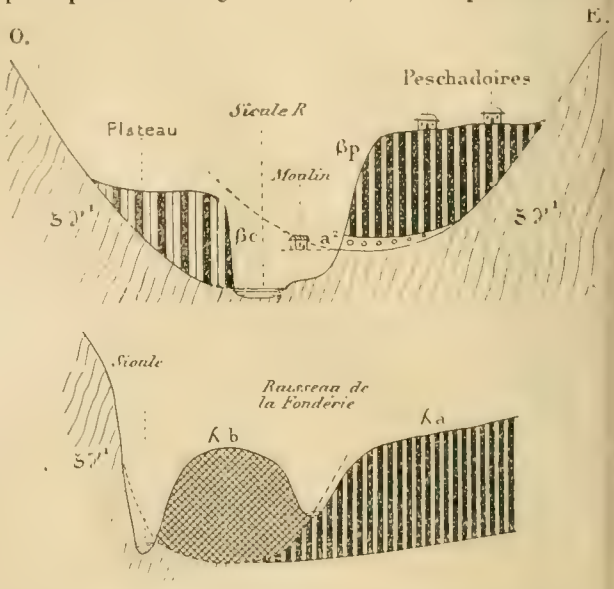


Fig. 16. — *Coupes E.-W. à travers la vallée de la Sioule et les coulées du Puy de Come et Louchadière à Peschadoires.* — On remarquera que les deux coulées βp et βc, qui forment deux plateaux typiques sont d'âge différent. La coulée βp repose sur des alluvions a^2 qui surplombent la vallée de 4 mètres. la coulée βc a sa base au niveau de la vallée actuelle. Il y a donc en ce point trois *creusements successifs de la vallée* et deux remblaiements par des coulées basaltiques. Un peu en amont, aboutit la coulée de labradorite de Louchadière, λa, plus récente, dont le front est érodé à son tour et contre lequel vient se loger la dernière coulée de labradorite de Côme, λb, mise en saillie par l'érosion torrentielle de la Sioule : « il y a donc *emboîtement de 4 coulées* » ; βp, basalte porphyroïde. βc, basalte compact ; λa, λb, labradorites.

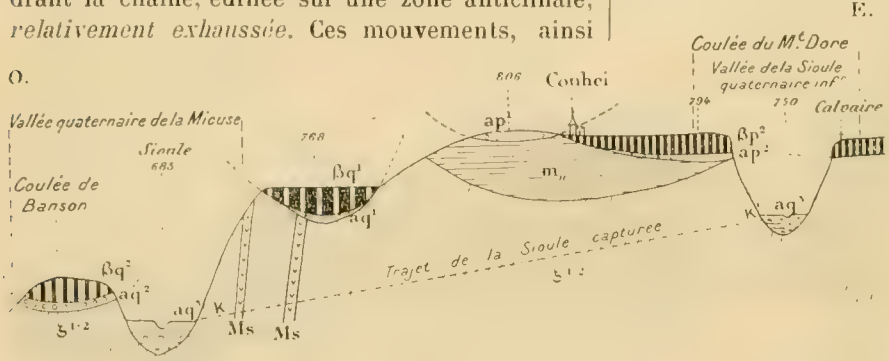


Fig. 15. — *Coupe à travers l'extrémité Nord des coulées du Mont Dore, les vallées de la Sioule, Pliocène, Quaternaire inférieur, moyen et supérieur.* — Cette coupe, *très instructive*, montre avec une grande clarté les creusements successifs et les déplacements de la vallée de la Sioule depuis le Pliocène *supérieur*, durant lequel cette rivière déposait les alluvions ap_1 renfermant toutes les roches du Mont Dore, puis le creusement, à l'Est, d'une nouvelle vallée ap_2 remblayée par une coulée de basalte βp_2, formant planèze, entaillée à son tour par une nouvelle vallée, dans laquelle coulait la Sioule au Quaternaire moyen. C'est cette vallée qui fut barrée par la coulée des Puys Balmet-Filhou, et remblayée en partie d'alluvions aq^2.

Le creusement de la vallée de la Miouse ayant été plus rapide que celui de la Sioule, la première rivière, qui coulait à un niveau très inférieur (685 au lieu de 750), captura la seconde par un affluent latéral KK'.

La Sioule actuelle, au delà du confluent de la Miouse, ne devrait donc plus s'appeler Sioule, mais Miouse. On voit que dans la vallée de la Sioule s'est épanchée, au début du Quaternaire, une coulée de basalte βq_1 avec alluvions sous-basaltiques aq_1, puis au Quaternaire supérieur une coulée de basalte du Puy de Banson βq_2 avec alluvions sous-basaltiques aq_2, et que la vallée est remblayée sur environ 10 mètres de hauteur par des alluvions aq_3 résultant de la formation du lac de Pontgibaud.

m, argiles sableuses oligocènes; ξ^{1-2}, gneiss micaschisteux avec filons de mispickel *ms*.

que *la phase finale* d'une série d'effondrements qui débutèrent au Miocène inférieur, se continuèrent durant le Miocène et le Pliocène, et amenèrent la *transformation d'une grande partie de l'orographie du Massif Central* en provoquant les crises volcaniques de ce Massif, dont la *Chaîne des Puys* ne traduit que le *dernier épisode*, auquel nos premiers ancêtres ont assisté.

Ph. Glangeaud,
Professeur de Géologie
à l'Université de Clermont-Ferrand,
Collaborateur principal
du Service géologique de la France.

LES LIPOÏDES ENVISAGÉS DU POINT DE VUE HISTOLOGIQUE

Le terme de *lipoïde* a été introduit dans le vocabulaire biologique par Overton en 1899.

Au cours de recherches sur les colorations vitales, Overton remarqua que seuls pouvaient pénétrer sans dommage dans les cellules vivantes les colorants solubles dans les graisses neutres, les substances huileuses, la lanoline, la lécithine, la cholestérine, etc... Il supposait que la membrane d'enveloppe des cellules contient un quelconque de ces *lipoïdes*, et qu'ainsi elle protège la cellule contre tous les corps qui ne peuvent s'y dissoudre. Il pensait qu'inversement la cellule est facilement imprégnée par les solvants des graisses et expliquait ainsi la narcose par l'éther, le chloroforme, etc.

Traube, puis J. Lœb ont tenté de réfuter la théorie d'Overton, et peut-être, en effet, ne convient-il pas de l'accepter dans tout son ensemble. Elle a néanmoins le mérite d'avoir appelé l'attention sur ces *lipoïdes* que les recherches de chaque jour montrent de plus en plus importants. Le terme lipoïde a une signification physique et non point chimique, en ce sens qu'il désignait pour son inventeur tout corps ayant même solubilité que les corps gras. C'est là une base de définition très large, qui a permis d'englober sous le nom de lipoïde tous les corps gras mal définis — et même des corps qui n'ont rien de gras, comme la cholestérine — chaque jour découverts ou soupçonnés dans les cellules et les tissus.

A l'heure actuelle, la majorité des histologistes donne le nom de lipoïdes *à tout corps ayant les caractères de solubilité des corps gras et qui ne sont pas une graisse neutre ou éther de la glycérine pure. Graisses et lipoïdes* sont donc les deux grandes catégories de corps gras pour l'histologiste.

Les lipoïdes diffèrent des graisses par un certain nombre de caractères qui n'ont frappé les chercheurs que peu à peu, au cours de ces soixante dernières années.

Un coup d'œil en arrière nous montrera donc comment est née cette notion des lipoïdes histologiques.

I. — Historique.

1. *Formation de corps myéliniques.* — Virchow (1850) remarque que, au contraire de la graisse sous-cutanée, la *myéline* des gaines nerveuses se gonfle dans l'eau en formant des boules à structure plus ou moins concentrique qu'il appelle *corps myéliniques.* Ranvier fait plus tard la même constatation.

Virchow retrouve des corps myéliniques dans la médullaire surrénale. On en a observé depuis dans de nombreux organes en dégénérescence (Albrecht), ou bien au cours de l'autolyse aseptique des tissus (Launoy).

2. *Anisotropie.* — Mettenheimer (1852) observa dans les foyers athéromateux aortiques des gouttelettes ayant les caractères généraux des corps gras, mais douées de biréfringence. Ce caractère inhabituel aux corps gras lui fit désigner ces enclaves sous le nom de *corps biréfringents.*

Observés en lumière polarisée, ils présentent, surtout à l'état frais, l'aspect très caractéristique d'une croix brillante, *croix de polarisation*, dont les branches sont séparées par des secteurs sombres.

Des corps biréfringents furent retrouvés depuis dans un grand nombre d'organes. Dastre en signale dans le jaune de l'œuf d'oiseau ; Dareste en trouve dans la capsule surrénale du lézard ; Orgler et Kayserling, Mulon, Vassale et Zanfrognini, Kawamura, dans la capsule surrénale de nombreux mammifères ou oiseaux ; Orgler et Kayserling, dans le thymus ; Mulon, dans le rein normal ; Cesa Bianchi, Mulon, dans la glande interstitielle ovarienne ; les mêmes auteurs et G. Laroche, Chauffard et Grigaut, dans le corps jaune ; Karwicka, Mulon, dans la glande interstitielle testiculaire ; Kawamura, dans les cellules des glandes prostatiques ; Munck, dans le muscle utérin en gestation. J'en ai observé dans la glande lacrymale de certains animaux.

Ces corps biréfringents se rencontrent très fréquemment dans les dégénérescences pathologiques du rein, du foie, des leucocytes, etc. (Lœhlein, Stock, Pink et Pinkus, Withe, Munk, Mulon et Feuillié, Chauffard, G. Laroche, G. Grigaut, etc.).

Sous un autre aspect, parce que la substance anisotrope n'est pas convenablement orientée, la biréfringence s'observe en outre au niveau des gaines de myéline.

3. *Absence de coloration et de fixation par OsO^4.* — Von Brünn (1872) note que les grains corticaux surrénaux, qui ont les caractères généraux des corps gras, ne se colorent pas en noir par l'acide osmique. A cette époque — quelques années après l'introduction dans la technique de OsO^4 — on

croyait que ce réactif était un colorant spécifique des graisses; aussi von Brünn, à la suite de son observation, nia que les grains corticaux surrénaux fussent des corps gras.

Mitzukuri, Dostojewski, Altmann, Mulon, Plesnik, ont retrouvé le fait observé par von Brünn, ajoutant que non seulement la coloration, mais encore la fixation de ces grains par OsO^4 est nulle, et Bernard et Bigart donnèrent à ces corps gras infixables le nom de « labiles ».

Or, des enclaves, à ce point de vue identiques aux grains corticaux surrénaux, se retrouvent dans l'épithélium séminal (Loisel, Regaud), dans les cellules interstitielles de l'ovaire, du testicule, du corps jaune, des tubes rénaux (Mulon), dans le muscle strié (Bogdanow), le myocarde (Aschoff).

4. *Coloration par les laques d'hématoxyline.* — Weigert, en 1882, imagina la méthode de coloration des gaines de myéline. On sait qu'elle consiste essentiellement en un double mordançage du tissu par des sels de chrome et de cuivre, suivi d'une coloration par l'hématoxyline.

Les recherches de Weigert lui-même, puis de Bender, Mulon, Fischler, Smith, Mair et Thorpe, Mayer et Terroine, Ciaccio, ont fait connaître la théorie de cette méthode. Pendant le mordançage, un certain nombre de corps gras sont saponifiés; leurs acides gras se trouvent à la fois oxydés (cas d'acides gras non saturés) et transformés en combinaison d'adsorption : acide gras + base métallique. Cette double réaction les insolubilise, et ils peuvent alors supporter sans disparaître les manipulations de l'inclusion à la celloïdine ou à la paraffine. Lorsque ces acides hydroxylés unis à des bases métalliques sont plongés dans l'hématoxyline, une nouvelle combinaison colloïdale se forme entre l'hématoxyline et la base métallique unie à l'acide gras. Cette combinaison est une *laque* d'hématoxyline, opaque, qui produit la coloration.

Or, la méthode de Weigert, appliquée intégralement ou après modification de détail à divers organes, fit voir, d'une part, que les graisses banales ne se colorent pas, mais, d'autre part, que la myéline des gaines nerveuses n'est pourtant pas le seul corps gras qui soit « laquable ».

Levinsohn, par un procédé dérivé de la méthode de Weigert, colore les enclaves grasses contenues dans les cellules interstitielles de l'ovaire et du testicule.

Regaud décrit dans l'épithélium séminal des « vésicules d'une sécrétion spéciale », différentes de la graisse qui se trouve aussi dans cet épithélium. Ces vésicules sont colorables sur leur bord par la méthode de Weigert, et Loisel démontre qu'elles représentent des corps gras spéciaux, des lécithines, croit-il.

Regaud et Policard trouvent ces mêmes vésicules graisseuses « lipoïdes » dans l'épithélium rénal des poissons, des amphibiens, des reptiles; dans l'épithélium folliculaire, l'ovule; dans les cellules du corps jaune.

Bonnamour décrit, lui aussi, une sécrétion spéciale : vésicules à parois laquables, dans l'écorce surrénale, et Plesnick, puis Mulon montrent que cette sécrétion spéciale n'est autre que les grains corticaux surrénaux déjà connus.

Sternmann trouve des enclaves laquables dans les ganglions lymphatiques et leurs vaisseaux afférents; Dubreuil en signale dans les ostéoblastes et les cellules osseuses.

On en trouve dans la couche pigmentée de la rétine, dans le placenta, dans les glandes sudoripares.

Enfin, dans les tissus pathologiques, les graisses laquables sont des plus fréquentes (Fischler, Dietrich, Kronkomski, Kawamura, Ciaccio). Elles correspondent à des processus de nécrose ou d'autolyse, et sont, en général, superposables aux corps gras qui donnent les corps myéliniques.

Ainsi, il résulte de l'exposé historique que nous venons de faire qu'il y a dans les tissus, dans les cellules glandulaires, des enclaves que leur aspect et certains caractères généraux peuvent faire prendre pour des corps gras, mais qui jouissent, en outre, de propriétés physiques ou chimiques par quoi elles se signalent comme différentes des graisses banales.

Ce sont ces corps gras que les histologistes ont trouvé nécessaire de réunir sous le terme de *lipoïde*, car leur caractère gras n'est parfois que peu net, au premier examen. Il faut y ajouter d'autres corps gras « adsorbés », plus récemment découverts et dont nous nous occuperons plus loin.

Nous allons maintenant passer en revue systématiquement quels sont les caractères spécifiques des deux catégories de corps gras histologiques : graisses et lipoïdes.

II. — Caractères histologiques des graisses neutres.

Sauf dans le cas d'organes provenant d'embryons ou d'animaux amaigris fortement, les graisses neutres, presque exclusivement situées dans le tissu conjonctif, sont contenues sous forme de grosses gouttes dans les cellules adipeuses bien connues. Elles sont toujours à l'état d'enclaves et, sur le frais, sont anisotropes. En dehors de leur aspect de gouttelettes réfringentes, elles peuvent être caractérisées sous le microscope par leur solu-

bilité : elles sont, en effet, dissoutes par les alcools forts (lentement), les huiles essentielles, le xylène, le toluène, l'éther, le chloroforme, *l'acétone*, le sulfure de carbone, tous les corps plus ou moins banalement connus comme solvants des graisses. En second lieu, elles présentent des caractères de colorabilité spécifique qui relèvent de causes physiques ou chimiques.

1. *Colorants physiques.* — Les graisses dissolvent le Sudan III, le Scharlach, l'Alkanna, le sulfate de Nilblau et prennent alors une teinte *rouge*. Ce fait n'a rien d'étonnant pour les trois premiers colorants, qui sont eux-mêmes rouges, mais il est remarquable dans le cas du Nilblau, qui par lui-même est bleu. La coloration en rouge des graisses neutres par le Nilblau, bleu, est un phénomène de métachromasie, dont on a donné l'explication chimique et qui constitue une réaction spécifique des graisses neutres.

2. *Colorants chimiques.* — La plupart des graisses neutres de l'organisme se colorent en noir par l'acide osmique. Ce réactif, qui fut le premier employé à la coloration des graisses, n'agit, en réalité, que sur les éthers d'acides gras non saturés (Mulon), qu'il oxyde, tandis que lui-même se réduit en OsO^2. Une graisse neutre à acide gras saturé, la tripalmitine pure, par exemple, ne serait donc pas colorée par OsO^4 (Starke, Handwerk, Mulon). Mais l'acide oléique, que toutes les graisses de l'organisme contiennent en général, est au contraire un fort réducteur de OsO^4 (Altmann), de telle sorte que ce réactif peut pratiquement passer pour un colorant spécifique des graisses neutres.

3. *Fixation des graisses neutres.* — L'oxydation par OsO^4 des acides non saturés contenus dans les graisses neutres, jointe à la précipitation de OsO^2 au contact de la molécule de graisse oxydée, rend insolubles les graisses neutres osmiées. L'acide osmique est donc un *fixateur* des graisses neutres en même temps qu'un colorant.

III. — Caractères généraux des lipoïdes.

Tandis que les graisses neutres se trouvent toujours dans les cellules sous forme d'*enclaves* nettement distinctes du protoplasma, les lipoïdes se présentent sous deux formes : 1° à l'état d'enclaves, comme les graisses neutres; 2° à l'état d'imprégnation dans le protoplasma, ou mieux d'adsorption, et peut-être de combinaison avec les albumines cytoplasmiques.

1. *Lipoïdes à l'état d'enclaves.* — Ils possèdent au microscope l'aspect des graisses et leurs caractères généraux de solubilité et de coloration par les colorants physiques. Les enclaves sont presque toujours multiples dans une seule cellule, et leur taille est par suite petite par rapport à celle de la cellule : premières différences avec les graisses neutres. En second lieu, les lipoïdes se distinguent encore par des caractères négatifs : certains sont insolubles dans l'acétone (lécithine), l'éther froid (cérébrosides); tous ne se colorent pas également bien par les colorants physiques; aucun, sauf la myéline, n'est coloré ni fixé par OsO^4. En troisième lieu, enfin, les lipoïdes présentent tous un ou plusieurs caractères positifs, spécifiques en ce sens que les graisses neutres ne les possèdent pas. Ce sont précisément ces caractères qui ont peu à peu attiré l'attention des chercheurs et que nous avons exposés plus haut dans l'ordre de leur découverte : formation de corps myéliniques, anisotropie, formations de laques d'hématoxyline.

Mais tous les lipoïdes ne présentent pas les mêmes réactions, et même aucune réaction n'est commune aux lipoïdes.

Ainsi, par exemple, tels lipoïdes exigeront, pour donner une laque d'hématoxyline, une fixation acide qui nuira à d'autres. En conséquence, il n'y a pas de méthode générale qui puisse d'un coup montrer tous les lipoïdes contenus dans un tissu. En outre, en maniant diverses méthodes qu'il serait trop long d'exposer ici, en recherchant telle ou telle propriété physique ou chimique, on peut arriver à faire une analyse micro-chimique assez satisfaisante des lipoïdes contenus dans les tissus.

2. *Lipoïdes à l'état d'imprégnation ou d'adsorption.* — Ces corps gras se présentent sous un aspect absolument différent de tous les autres. Ils ne sont pas collectés en gouttes ou gouttelettes plus ou moins volumineuses ou nombreuses, occupant chacune une cavité creusée dans le corps de la cellule.

Tantôt, mais rarement, ils sont mélangés au protoplasma d'une façon diffuse, comme — pour employer une comparaison sans doute grossière — une goutte d'huile imprègne un fragment de papier. Tantôt, et plus souvent, ils sont fixés sur des granulations d'albumines spéciales et forment des organites intra-cellulaires, les *mitochondries*, les plastes, peut-être même les grains centrosomiques, les corpuscules basaux des cils.

Cette manière d'être est cause que l'extraction de ces lipoïdes par les solvants ne laisse pas de trace morphologique, de vacuole vide, dans les cellules d'où ils ont disparu : on observe seulement après leur disparition des modifications dans la

colorabilité de la cellule ou de telle partie d'une cellule.

Cet état « d'imprégnation » est celui qui correspond à l'idée théorique d'Overton, qui supposait la lanoline, la cholestérine, unies aux albumines de la membrane cellulaire. Mais Overton n'avait pas démontré l'existence de ces lipoïdes imprégnants, et je crois avoir été le premier à donner cette démonstration (1905) au niveau de la cellule corticale surrénale.

Certaines cellules de cet organe, chez le cobaye, contiennent des filaments que Guieysse a découverts et assimilés à l'ergastoplasma à cause de leur colorabilité par la laque ferrique d'hématoxyline (sidérophilie). J'ai montré que ce caractère de coloration doit être considéré comme la preuve que ces filaments sidérophiles contiennent un acide gras combiné ou adsorbé. Dans d'autres cellules du même organe décrites par Dostojewsky, puis retrouvées par Ciaccio, Da Costa, sous le nom de cellules sidérophiles, par moi-même sous celui d'osmiophiles, la même explication de la sidérophilie est valable. Dans le corps jaune, la glande interstitielle testiculaire ou ovarienne, le foie, les parathyroïdes, des corps gras adsorbés se retrouvent sous des formes identiques.

Une localisation nouvelle de corps gras adsorbés a été plus récemment décelée, localisation fort importante parce que commune à presque toutes les cellules: je veux parler des *lipoïdes mitochondriaux*.

Certains auteurs avaient remarqué déjà que les mitochondries se colorent en gris par OsO^4 (Prenant 1888), et Sjöval avait même institué une méthode de recherche du chondriome basée sur l'emploi de ce réactif (1904). Mais aucune idée générale n'avait été déduite de cette constatation, quand Fauré-Frémiet (1908) émit l'opinion que la colorabilité des mitochondries est due à une substance spéciale, qu'il ne précisa d'abord pas. Quelque temps après lui, Regaud (1908) avança que cette substance devait être un *lipoïde*. Puis Ciaccio et moi-même (1909), par des méthodes différentes, nous démontrions la présence d'un corps gras au niveau des chondriocontes (bâtonnets de Heidenhain) de la cellule des *tubuli contorti* du rein. Les remarquables recherches micro-chimiques de Fauré-Frémiet, Mayer et Schæffer ont enfin généralisé la notion de la constitution grasse des mitochondries. Par l'étude expérimentale et théorique des méthodes histologiques qui servent à colorer ces organites cellulaires (méthode d'Altmann, de Benda, de Regaud), ces auteurs sont arrivés à la conclusion suivante : une mitochondrie, sous quelque forme qu'elle se présente, est constituée par un substratum albuminoïde revêtu ou imprégné par un corps gras à acide non saturé. A la suite de ces recherches, il semble bien définitivement établi que la mitochondrie est une gouttelette d'un complexe lipo-protéique en suspension dans le gel protoplasmique. Enfin, d'après les analyses que Mayer, Schæffer et moi-même nous avons faites d'organes plus ou moins riches en mitochondries, d'après les recherches plus récentes de Fauré-Frémiet sur le métabolisme des corps gras dans l'œuf d'*Ascaris*, il semble bien aussi résulter que le corps gras mitochondrial est un phosphatide. J'ajouterai que le degré d'adsorption entre le corps gras et son substratum protéique est sans doute variable selon les mitochondries, ce qui se traduit par des différences dans la facilité avec laquelle telle ou telle mitochondrie se colore par une même méthode.

La cadavérisation ou l'autolyse aseptique dissocie le complexe lipo-protéique mitochondrial, et ainsi apparaissent les corps gras cadavériques, ou corps myéliniques des auteurs (Launoy).

Toute une autre catégorie de substances, probablement très différentes chimiquement, *les pigments gras*, sont en partie constitués également par des lipoïdes adsorbés.

En dehors des corps gras adsorbés dont nous venons de parler et dont l'existence ne saurait plus faire de doute, on peut supposer qu'il en est d'autres encore partout où se montre, dans une cellule, une affinité pour les laques d'hématoxyline. Il est ainsi très vraisemblable que la coloration noire que prennent les hématies dans les coupes colorées par les méthodes à l'hématoxyline est due aux lipoïdes du stroma globulaire. Peut-être faut-il penser que les centrosomes, les grains basaux des bordures ciliées, contiennent eux aussi des corps gras; mais l'extrême petitesse de ces formations rend bien délicate toute investigation directe sur ce point.

IV. — Nature chimique des lipoïdes et méthodes de diagnostic.

Les corps myéliniques de Virchow furent tout d'abord considérés par Gobley comme de la lécithine. C'est aussi à la lécithine que Loisel, moi-même, puis Ciaccio, nous rattachâmes tout d'abord les lipoïdes des glandes génitales ou surrénales. Mais nous savons aujourd'hui que le groupe des lipoïdes histologiques ne correspond pas à une seule espèce chimique. Un très grand nombre de recherches, menées par des chimistes parallèlement aux travaux purement histologiques, ont montré que les différents lipoïdes contenus dans les tissus appartiennent aux espèces chimiques suivantes : phosphatides (lécithine, sphyngo-myéline, etc.), cérébrosides, éthers de la cholestérine, acides gras

libres, savons, mélanges complexes de ces corps entre eux ou avec des acides gras ou des graisses neutres (myéline).

Or, l'histologiste possède actuellement dans les techniques micro-chimiques des ressources suffisantes pour pouvoir, dans presque tous les cas, arriver au diagnostic précis de ces espèces chimiques, ce qui doit être et est de plus en plus le but de toute recherche cytologique[1].

V. — Du rôle des lipoïdes.

Il nous reste à envisager le rôle joué dans l'organisme par les lipoïdes.

Leur répartition empêche naturellement que l'on puisse leur attribuer un rôle de protection physique contre le froid. D'autre part, le jeûne, même poussé à ses dernières limites, ne fait pas diminuer la quantité des lipoïdes que certains organes contiennent (rein, capsules surrénales) ; ils ne représentent donc pas des réserves nutritives. Leur rôle, tout différent donc de celui des graisses neutres, est néanmoins peut-être plus considérable encore.

L'histologie, à elle seule, peut nous en fournir des preuves. Elle nous permet d'abord de constater que toutes les cellules contiennent des mitochondries, c'est-à-dire des lipoïdes adsorbés : cette répartition universelle des lipoïdes dans l'organisme n'est évidemment pas sans conséquence. Il y a forcément relation entre la nature de la mitochondrie et son rôle. Ce rôle, nous commençons à le connaître aujourd'hui : ainsi que l'avait prévu Altmann, à l'origine de presque tout ce qui est différenciation ou élaboration protoplasmique, se trouve la mitochondrie. Elle a un rôle « créateur », si l'on peut ainsi parler.

Qu'une cellule doive élaborer une fibre conjonctive ou une goutte de sécrétion : à l'endroit où seront plus tard cette fibre ou cette substance sécrétée, c'est d'abord une mitochondrie qui se différencie dans la cellule, c'est-à-dire, répétons-le, une sphérule d'un complexe lipo-protéique. Or, nous pouvons supposer que ce lipoïde qui fait la mitochondrie, en ce sens qu'il la rend visible en lui permettant de se colorer différemment que les autres granulations de protoplasma, doit aussi la caractériser fonctionnellement.

Sa constitution lipo-protéique rapproche vraisemblablement la mitochondrie des lécithalbumines (Liebermann), isolées de presque tous les tissus, et qui possèdent le pouvoir d'adsorber des quantités considérables des toxiques que l'on met à leur contact. On pourrait concevoir que, tout comme les lécithalbumines, les lipo-protéides mitochondriaux sont doués du pouvoir adsorbeur : variables selon les cellules, spécifiques, ils adsorbent ici ou là telle albumine dont sera faite une fibre donnée, telle substance qui deviendra une sécrétion. Les lipoïdes se trouveraient ainsi à la base d'un grand nombre des processus d'élaboration. Une telle diversité dans la fonction des mitochondries peut paraître au premier abord invraisemblable. Mais il faut réfléchir qu'en voyant une mitochondrie, nous constatons seulement un aspect grossier. Sous cet aspect peut se cacher une grande variété de constitution chimique. Et l'infinie variété des élaborations tient vraisemblablement à une infinie variété de cette constitution chimique.

Il est d'ailleurs un cas où le pouvoir d'adsorption des lipoïdes mitochondriaux semble directement constatable : c'est au cours de certains processus de pigmentation dans lesquels les substances incorporées aux lipoïdes sont naturellement colorées et, par conséquent, visibles. Dans le corps jaune, dans le foie, dans la corticale surrénale, nous voyons en effet, tout d'abord, des lipoïdes-enclaves (lipocholestériques) se pigmenter. Mais, dans les mêmes organes, on constate aussi la formation de grains pigmentés aux dépens des mitochondries ; les bâtonnets pigmentés de la rétine sont des chondriocontes naturellement colorés. A mon avis, on peut admettre que ces mitochondries, ou chondriocontes, ne sont pigmentées, tout comme les enclaves lipoïdes de la surrénale ou du corps jaune, qu'en adsorbant des chromogènes grâce à leur nature lipoïde. Selon Mayer et Schæffer, des processus d'oxydation pourraient, en outre, se produire au niveau des mitochondries.

S'il semble donc bien établi, par les recherches histologiques et micro-chimiques de ces dernières années, que toutes les cellules contiennent des lipoïdes adsorbés, nous sommes, en outre, en droit de supposer que les lipoïdes jouent un rôle important dans les actes d'élaboration cellulaire.

Cette dernière hypothèse peut d'ailleurs s'appuyer aujourd'hui sur une base des plus solides, sur une relation numérique.

En effet, l'élaboration d'une enclave, d'une formation protoplasmique quelconque n'est, somme toute, que le résultat visible d'échanges invisibles qui se passent entre la cellule et le milieu où elle se trouve. Or, il ressort des derniers travaux de Mayer et Schæffer que ces échanges entre cellules et milieu sont étroitement sous la dépendance des lipoïdes.

Dans cette voie, Overton avait ouvert la marche en supposant que les cellules ne pouvaient être

[1] Nous ne pourrions, sans sortir du cadre de ce travail, exposer les méthodes auxquelles nous faisons allusion. Nous renvoyons le lecteur au mémoire de Fauré-Frémiet, Mayer et Schæffer.

pénétrées que par les substances solubles dans les lipoïdes de leurs membranes. Traube et J. Lœb s'étaient élevés contre cette manière de voir à cause du fait que bien des solutions salines sont absorbées par des cellules vivantes, qui pourtant ne sont pas solubles dans des corps gras. Et ces deux auteurs plaçaient les échanges exclusivement sous les lois de l'osmose. Mais Unna a détruit cette objection en montrant que des mélanges d'éther de cholestérine et de cholestérine pouvaient absorber jusqu'à cinq fois et demi leur poids d'eau. Les recherches de Mayer et Schæffer démontrent que les tissus peuvent être imbibés par les solutions électrolytiques ou colloïdales, en raison directe de leur *indice lipocytique*, c'est-à-dire, somme toute, de leur richesse en lipoïdes. Cette notion capitale, mathématiquement fondée, nous donne la clé de bien des faits observés.

Ainsi, c'est parce qu'elles sont lipoïdes que les mitochondries sont plus aptes à être *mouillées*, à entrer en contact intime avec les solutions d'électrolytes ou de colloïdes du milieu extérieur, et par suite sont les plus actives de toutes les granulations du gel protoplasmique.

C'est aussi de ces propriétés physico-chimiques des lipoïdes que dépendent les processus d'hémolyse, de bactériolyse, et par suite d'immunité.

Nous croyons donc qu'en outre des rôles d'ordre général joués par les lipoïdes dans les échanges, dans l'élaboration cellulaire, il leur en échoit un plus restreint, mais encore fort important, dans la *défense de l'organisme*. Cette notion, l'histologie avait elle-même contribué à l'établir en montrant l'existence de nombreuses gouttes lipoïdes dans les organes reconnus comme excréteurs (foie, rein), comme antitoxiques (corticale surrénale). Et inversement, c'est sur la présence de nombreuses enclaves lipo-cholestériques, lipo-protéiques, lipo-pigmentées, dans les corps jaunes ou glandes interstitielles que l'on peut s'appuyer pour en inférer que ces organes doivent contribuer à la défense de l'organisme.

De ce coup d'œil rapidement jeté, du point de vue histologique, sur les « lipoïdes », nous retiendrons, en définitive, que si, pendant longtemps, on a pu attribuer dans les processus vitaux une importance presque exclusive aux substances albuminoïdes, il faut aussi maintenant faire une place très considérable aux corps gras et particulièrement à des corps gras qui ne sont point des graisses neutres. *Ils apparaissent comme constituants primaires des cellules.*

Cette notion fondamentale a été acquise sans doute grâce aux travaux des chimistes et des physiologistes, mais aussi grâce à ceux des histologistes. C'est là un exemple tout particulièrement probant des excellents résultats que peut fournir l'union — que l'on doit souhaiter la plus intime possible — entre la Morphologie, la Chimie et la Physiologie.

Et parmi ces trois sciences collaboratrices, l'Histologie a souvent été assez heureuse dans ses investigations pour montrer le chemin à ses deux sœurs, et justifier le naïf enthousiasme d'un commentateur de Leuwenhœk qui écrivait : « *Divinum e cœlo lumen Leuwenhœckiano artificio affulget* » (Pierre Rabur).

P. Mulon,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE DE CHIMIE ORGANIQUE

Les réactions catalytiques se poursuivent dans les Laboratoires avec un succès toujours croissant. A l'aide du nickel divisé et par l'emploi d'une technique nouvelle que j'ai déjà décrite (*Revue générale des Sciences*, 15 septembre 1913), on a réalisé tout récemment l'hydrogénation des éthers phénylacétiques et phénylpropioniques. Les éthers cyclohexylacétiques et cyclohexylpropioniques ainsi obtenus étaient tous inconnus jusqu'ici ; leur saponification a conduit aux deux acides correspondants. Les diphénylbutanes ont également été transformés en dicyclohexylbutanes (Sabatier et Murat). En partant de la benzylidène-acétophénone, Frézouls a obtenu le dicyclohexylpropane.

La méthode d'hydrogénation par voie sèche, à l'aide du nickel divisé, ne pouvait être appliquée aux hydrates de carbone, qui ne sont pas volatils. En solution aqueuse ou alcoolique, la méthode d'Ipatiew convient très bien. La solution de lévulose, chauffée à 130° et sous une pression de 100 atmosphères, se transforme en présence du nickel en mannite-*d* ; celle du glucose en sorbite, et la solution de lactose fournit la dulcite.

L'emploi du palladium comme catalyseur permet d'opérer les réactions d'hydrogénation à plus basse température et d'obtenir un meilleur rendement qu'avec le nickel. A 110° et sous une pression de 110 atmosphères, la méthyl-éthyl-acroléine, l'oxyde de mésityle, le citral, etc., sont transformés en alcools saturés correspondants.

Les composés aromatiques ont été hydrogénés par Willstætter, à l'aide de la mousse de platine. Le benzène est transformé en cyclohexane, et, comme dans le cas du nickel, la présence de traces de thiophène empêche la réaction ; il s'ensuit que ce dernier ne peut pas être hydrogéné par cette voie. Le toluène et le xylène, le durène, fournissent les dérivés hexahydrogénés. Le naphtalène pur fixe dix atomes d'hydrogène ; le phénol conduit au cyclohexanol, l'aniline à la cyclohexylamine, le pyrrol et les homopyrrols à la pyrrolidine et ses homologues. En somme, toutes les réactions effectuées par le nickel divisé peuvent être réalisées facilement par la mousse de platine à la température ordinaire.

A l'aide du noir de platine, Vavon a transformé les aldéhydes et les cétones aromatiques en alcools correspondants. L'acétophénone, la benzophénone, la benzylidène-acétone, etc., sont changées en carbinols secondaires. Il y a quelques années, Darzens a trouvé que l'hydrogénation des acétones aromatiques par le nickel ne conduit pas aux alcools secondaires, mais aux carbures benzénicoformé-niques. La méthode d'hydrogénation de Vavon est beaucoup plus générale, puisqu'elle s'applique sans distinction à toutes les cétones : aliphatiques, cycliques, aromatiques, éthyléniques et terpéniques.

Dupont a indiqué qu'il était possible de fixer, par agitation en présence de noir de platine, l'hydrogène sur les glycols acétyléniques γ et d'obtenir ainsi les glycols saturés correspondants. Mais l'hydrogénation ne s'arrête pas à la simple saturation de la triple liaison ; les fonctions alcools sont partiellement attaquées. Ainsi, à côté du glycol saturé $RR'COH(CH^2)^2COHRR'$, on obtient l'alcool $RR'COH(CH^2)^2CHRR'$. Jamais l'hydrogénation n'a dépassé ce terme. En remplaçant le noir de platine par le noir de palladium, qui, d'après Fokin, serait un catalyseur moins actif, Dupont a obtenu un résultat contraire. Il s'est formé à peu près exclusivement le carbure $RR'CH(CH^2)^2CHRR'$.

L'emploi des métaux colloïdaux a permis d'effectuer un grand nombre de réactions d'hydrogénation. Avec les solutions de platine colloïdal, Skita a transformé l'acide benzoïque en dérivé hexahydrogéné, le naphtalène en décahydronaphtalène, la quinoléine en décahydroquinoléine, la pyridine en pipéridine. La solution de chlorure de platine, additionnée de gomme arabique et amorcée par une trace de platine colloïdal, constitue un excellent catalyseur d'hydrogénation. On peut ainsi transformer l'acide cinnamique en acide phénylpropionique, la quinine en dihydroquinine, l'héroïne en dihydrohéroïne, le camphène en dihydrocamphène.

Avec le palladium colloïdal, et en utilisant de l'hydrogène sous une pression de deux atmosphères, Skita a pu réaliser également un certain nombre d'hydrogénations. L'azobenzène est réduit rapidement en hydrazobenzène, puis en aniline. L'α-ionone se change en hydro-ionone et son odeur caractéristique disparaît ; puis ce composé fixe deux atomes d'hydrogène supplémentaires. La β-ionone fournit également la dihydro et la tétrahydro-ionone. La quinidine et la cinchonidine absorbent deux atomes d'hydrogène. La lécithine de l'œuf, solubilisée dans l'alcool absolu, se change en hydrolécithine cristallisée.

L'hydrogénation catalytique peut être effectuée d'une manière semblable avec les produits solides provenant de l'évaporation à froid des solutions colloïdales du métal, préalablement neutralisées et dialysées. Il suffit de dissoudre le métal ainsi

obtenu dans de l'eau, au moment où l'on veut pratiquer l'hydrogénation.

M. André Brochet a fait récemment une étude de l'hydrogénation catalytique des liquides sous l'influence des métaux communs. Cette hydrogénation se fait facilement, et, en général, il n'est pas nécessaire de recourir à une température élevée ou à une pression considérable, le principal facteur de la réaction étant une bonne agitation. Ainsi, dans certains cas, la fixation d'hydrogène se fait à la température ordinaire; dans d'autres, elle a lieu à une pression inférieure à la pression atmosphérique.

La méthode consiste à mélanger le métal, provenant de la réduction de l'oxyde, le nickel par exemple, au produit liquide ou fondu, en solution dans l'eau ou dans un solvant organique. Lorsqu'il est insoluble, on peut le mettre en suspension dans un liquide approprié. Il suffit alors d'agiter vigoureusement en présence d'hydrogène sous la pression de quelques kilogrammes par centimètre carré. Cette méthode présente cet avantage : la marche de l'hydrogénation peut être facilement étudiée au moyen de courbes obtenues en portant en abscisses le temps, en ordonnées la pression ou la température. On peut ainsi calculer aisément les vitesses de réaction et, d'autre part, mesurer exactement la quantité d'hydrogène absorbé.

Par ce procédé, l'hydrogénation des composés acycliques présentant une ou plusieurs liaisons éthyléniques est très énergique; elle se fait facilement à la température ordinaire avec le produit seul ou en solution; l'échauffement résultant de la réaction est assez notable : le caprylène, l'acide cinnamique, les cinnamates minéraux et organiques, le géraniol, le linalol, etc., perdent dans ces conditions leurs doubles liaisons. Les liaisons éthyléniques cycliques ne sont pas aussi facilement hydrogénées. La transformation du phénol en cyclohexanol commence vers 50°, et devient très rapide entre 100° et 120°. En raison de cette basse température, le produit ne renferme pas de cyclohexanone, ce qui a toujours lieu lorsqu'on dirige es vapeurs du phénol sur le nickel divisé.

Les polyphénols, les éthers phénoliques s'hydrogènent d'autant plus difficilement que le nombre des groupes oxhydrilés est plus grand et que les chaînes aliphatiques sont plus nombreuses et plus longues. Les aldéhydes et les cétones, y compris les sucres en solution aqueuse, sont plus difficiles à hydrogéner que le phénol. Pour certains, la réaction commence au-dessous de 100°. Pour d'autres, il faut chauffer entre 100°-150° pour obtenir l'alcool primaire ou secondaire correspondant. Enfin, comme avec la méthode de Vavon, lorsqu'un corps présente plusieurs fonctions de nature différente (citral, sylvestrène, aldéhyde cinnamique, eugénol, etc.), on peut hydrogéner successivement ces diverses fonctions en se plaçant dans les conditions voulues pour chacune d'elles.

Cette méthode de Brochet est une heureuse généralisation de la technique déjà utilisée dans l'industrie pour la transformation des huiles en graisses, par saturation de la double liaison des acides gras combinés à la glycérine. Pour cette dernière transformation, Bedford et Erdmann remplacent le nickel divisé par l'oxyde de nickel, et l'oxyde aurait l'avantage, sur le métal, de présenter une vitesse d'hydrogénation plus grande et une moindre sensibilité vis-à-vis des substances agissant comme poisons. Les divers oxydes de nickel peuvent être utilisés. Avec l'oxyde NiO, la réaction se fait à 250°; avec le sous-oxyde (?), elle a lieu dès 150-200°. L'oxyde est d'ailleurs, au début, partiellement réduit en sous-oxyde, et il se répartirait dans l'huile à l'état colloïdal. Il ne se produirait pas de nickel métallique, alors que ce dernier se forme en l'absence d'huile. L'emploi d'un oxyde volumineux augmente la vitesse d'hydrogénation. Il en est de même lorsqu'on ajoute de petites quantités d'autres oxydes à celui du nickel. Les sels organiques de nickel n'agissent pas comme catalyseurs de réduction ; mais l'hydrogène les décompose à 200-250°, avec formation d'oxyde de nickel ou, dans certaines conditions, de nickel métallique. Ces travaux ont été effectués dans le but évident de tourner le brevet d'hydrogénation des huiles grasses à l'aide du nickel métallique. Se forme-t-il réellement un sous-oxyde de nickel dans la réduction de l'oxyde de nickel, et ce sous-oxyde à son tour, s'il se fait, ne passe-t-il pas bientôt à l'état de nickel divisé? Des expériences récentes de Sabatier et Espil ont montré que la réduction de NiO en nickel a déjà lieu à la température de 160°, sans s'arrêter à un sous-oxyde intermédiaire stable. Il y aurait lieu de voir si cette réaction, effectuée d'une manière méthodique, se produirait également en présence de matières grasses.

Dans ces derniers temps, Lehman a montré que l'hydrogénation catalytique des corps gras non saturés peut être également réalisée par le passage d'hydrogène dans l'huile chauffée et additionnée de 0,5 à 1 °/₀ d'oxyde d'osmium OsO^2. L'huile d'olive ayant subi l'action de l'hydrogène pendant une heure et demie fond à 39°.

Ipatiew a étudié l'action simultanée des catalyseurs déshydratants et déshydrogénants, selon la technique qu'il a indiquée pour l'hydrogénation. En faisant réagir l'hydrogène à température élevée en présence d'oxyde de nickel et d'alumine, il est passé directement des cétones et des alcools aux carbures saturés correspondants. Le fenchénol a

été transformé en fenchane. Le bornéol et le camphre fournissent l'isocamphane $C^{10}H^{18}$, identique à celui que donne l'hydrogénation du camphène. Il y a là une nouvelle série de réactions intéressantes qui ne manqueront pas d'attirer l'attention des chimistes.

Nous devons signaler, à côté de ces réactions d'hydrogénation, les travaux de Fokine sur l'oxydation catalytique des matières organiques. Déjà, en 1907, Sabatier et Mailhe avaient indiqué qu'un certain nombre d'oxydes métalliques jouissent de la propriété de transformer, par oxydation directe en présence d'oxygène ou d'air, les alcools en aldéhydes. C'est ainsi que la thorine à 250° commence l'oxydation de l'alcool ordinaire avec formation d'aldéhyde; à 290° l'acide apparaît et il se dégage CO^2. L'oxyde de vanadium fournit à 140° des traces d'aldéhyde; à 180°, l'acide apparaît; à 230°, l'alcool est brûlé avec formation d'anhydride carbonique, mais le liquide recueilli possède les réactions aldéhydique et acide, etc. Récemment, Fokine a fait passer de l'air saturé de vapeurs d'alcool méthylique dans des tubes contenant divers catalyseurs : copeaux d'aluminium, nickel réduit, cobalt, manganèse en poudre, platine déposé sur de l'amiante sous forme de $Pt(OH)^2$, cuivre sur amiante, argent sur amiante provenant de la réduction du nitrate ammoniacal par l'aldéhyde formique, or sur amiante. Le tube de verre contenant le catalyseur était chauffé à une température déterminée, soit pendant toute la durée de l'expérience, soit au début seulement : le cuivre exige un chauffage continu; l'or et l'argent, au contraire, n'ont besoin que d'un chauffage initial. Les rendements en méthanal ont été pour le cobalt de 2,8 °/₀, le nickel 1,08 °/₀, l'aluminium 1,5 °/₀, le manganèse 2,01, le cuivre 43,67, l'argent 64,66 °/₀ et l'or 71 °/₀. Avec le mélange cuivre et argent, on atteint 84 °/₀. Ce chiffre se rapporte au cas où en avant du cuivre était disposée une petite quantité d'amiante argentique. Lorsque la réaction est amorcée, on ne chauffe plus, la chaleur dégagée sur l'argent étant suffisante pour l'entretenir sur le cuivre.

On voit qu'avec des catalyseurs d'oxydation comme le cuivre, l'argent ou l'or, l'on peut atteindre des résultats presque théoriques. Dans la pratique industrielle, il est inutile d'employer les deux derniers métaux. Il suffit de mettre dans le tube en avant du cuivre un peu d'amiante imprégnée d'argent que l'on chauffera au début de l'opération vers 200-250° (avril 1913).

Tout récemment, Willstätter et Sonnenfeld ont trouvé que l'osmium finement divisé est un excellent catalyseur d'oxydation. A la température ordinaire, les oléfines sont oxydées par l'oxygène en présence d'osmium. Une douce chaleur favorise beaucoup l'absorption d'oxygène. Il en est de même du menthène, du limonène, de l'acide oléique et de ses éthers. Par contre, l'aldéhyde ordinaire et la benzaldéhyde ne sont pas oxydées.

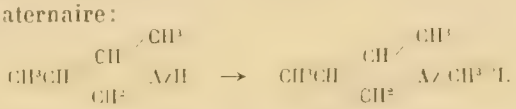
Le cyclohexène, dissous dans son volume d'acétone, se change, par oxydation en présence d'osmium, en cyclohexénol, cyclopentène-aldéhyde, beaucoup d'acide adipique et un peu d'oxycyclohexanone (août 1913).

I. — Hydrocarbures.

La préparation des carbures d'hydrogène devant servir à la fabrication du caoutchouc artificiel est continuellement poursuivie par les chimistes. Les usines Schering obtiennent l'isoprène en chauffant avec de l'aniline ou d'autres amines le 2-méthyl-2 : 3-dichlorobutane : $CH^3.CCl(CH^3).CHCl.CH^3 \rightarrow CH^2 : C(CH^3).CH : CH^2$.

Par une réaction analogue, le 2 : 3-dibromobutane donne le butadiène ou érythrène $CH^2 : CH.CH : CH^2$. Fernbach et Perkin préparent, par fermentation de la pomme de terre, de l'huile de fusel. Ils en extraient les divers alcools amyliques qui, par déshydratation, donnent l'isoprène et ses homologues. Il semble que l'on obtient surtout de l'isobutylcarbinol et peu de méthylbutanol ; on arrive ainsi plutôt au butadiène qu'à l'isoprène.

Les Farbenfabriken Baeyer transforment d'abord le cétométhylbutanol, $CH^3.CO.CH(CH^3).CH^2OH$ en oxime, qui est ensuite réduite en amine, $CH^3CH.AzH^2.CH(CH^3)CH^2OH$. L'action des hydrazines la transforme en diméthyl-2 : 3-triméthylèneamine, que la méthylation change en iodure d'ammonium quaternaire :



L'action de l'hydrate d'argent donne la base, que la distillation change en diméthylallylamine :

$$CH^2 : C(CH^3).Az(CH^3)^2.$$

Traitée à son tour successivement par CH^3I, l'hydrate d'argent et la chaleur sèche, elle fournit de l'isoprène.

Dans les mêmes conditions, le cétobutanol $CH^3.CO.CH^2.CH^2OH$ conduit à l'érythrène.

Une curieuse réaction permettant d'obtenir les carbures à partir des aldéhydes et des cétones a été indiquée par Wolf. Elle constitue une généralisation remarquable de la réduction des monosemi-carbazones en phénols par chauffage avec les alcalis, selon la méthode de Thiele et Barlow. La semi-carbazone d'une aldéhyde ou d'une cétone, traitée à chaud par la soude ou l'éthylate de so-

dium, en solution dans l'alcool absolu, se transforme d'abord en hydrazone suivant la réaction :

$$RCH : Az.AzH.COAzH^2 + H^2O = CO^2 + AzH^3 + RCH : Az.AzH^2.$$

Celle-ci, chauffée à température élevée avec de l'éthylate de sodium, perd tout l'azote et donne le carbure correspondant :

$$RCH : Az.AzH^2 = Az^2 + RCH^3.$$

La méthode s'applique aux dérivés cycliques et aux acides cétoniques $RCO(CH^2)^nCO^2H$, et l'on obtient des rendements de 75 à 90 °/₀. Les hydrazones subs ituées (phénylhydrazones) ne subissent pas la transformation. En outre, il faut opérer en l'absence d'eau, qui favorise la formation des azines. Wolf a ainsi préparé le diphénylméthane à partir de l'hydrazone de la benzophénone, l'éthylbenzène à l'aide de l'acétophénonehydrazone, le dibenzylméthane et le tétraméthyldiamidodiphénylméthane à partir des hydrazones de la dibenzylcétone et de la cétone de Michler, etc. Quant à ces hydrazones, elles ont été obtenues, soit par l'action de la soude sur les semi-carbazones (réaction indiquée plus haut), soit directement par le procédé de Curtius, qui consiste à faire agir l'hydrate d'hydrazine en léger excès sur les aldhéydes ou les cétones.

D'après Guyot et Kovache, l'action de l'acide formique sur les carbinols R^3COH genre triphénylcarbinol conduit au carbure R^3CH, suivant la réaction simple :

$$R^3COH + HCO^2H = R^3CH + CO^2 + H^2O.$$

Avec les colorants, vert malachite, violet hexaméthylé, la réduction est au contraire très faible, même à l'ébullition. Mais si on ajoute à l'acide formique un peu de formiate de soude, on obtient des résultats complètement inattendus. Il se fait avec le violet hexaméthylé de la diméthylaniline et du tétraméthylparadiamidodiphénylméthane. Dans une première phase, il se forme la leucobase du violet :

$$COH[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3 + HCO^2H = CO^2 + H^2O + CH[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3,$$

puis cette leucobase est détruite selon l'équation :

$$CH[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3 + HCO^2H = CO^2 + C^6H^5Az(CH^3)^2 + CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

Schmidlin et Garcia Banus réduisent les alcools aromatiques au moyen des alcools aliphatiques. Le triphénylcarbinol, dissous dans 10 volumes d'alcool, puis additionné peu à peu de 10 volumes d'acide sulfurique de façon que la température ne s'élève pas au-dessus de 70-80°, se transforme lentement en triphénylméthane. Malheureusement la réaction n'est pas générale, et si elle a lieu avec les homologues du triphénylcarbinol, elle ne s'applique pas aux carbinols du naphtalène.

Lebeau et Chablay ont trouvé antérieurement que l'amidure de sodium réagit en présence d'ammoniac liquide sur les iodures et les chlorures forméniques, en donnant l'amine correspondante :

$$CH^3I + AzH^2Na = NaI + CH^3AzH^2;$$
$$C^2H^5I + AzH^2Na = NaI + C^2H^5AzH^2.$$

Mais, dans ce dernier cas, Chablay a constaté une réaction accessoire, qui devient prépondérante avec les homologues supérieurs de ces dérivés halogénés En faisant tomber par petites portions de l'iodure d'éthyle sur de l'amidure de sodium en suspension dans l'ammoniac liquide, il se produit une vive réaction, se traduisant par une ébullition rapide de l'ammoniac. En absorbant les gaz dans un appareil au moyen d'acide chlorhydrique, puis d'acide sulfurique, on constate qu'à côté de l'éthylamine il se dégage de l'éthylène; 5,4 °/₀ de l'iodure ont été employés à effectuer cette dernière réaction. Avec l'iodure de propyle normal, il se forme 37 °/₀ de propylène, tandis que le chlorure de propyle en fournit 69,6 °/₀. Il en est de même de l'iodure et du chlorure d'isobutyle, qui donnent respectivement 62,4 °/₀ et 83,6 °/₀ d'isobutylène. On voit que l'action de l'amidure de sodium sur les iodures et chlorures alcooliques n'est pas simple. A côté de l'amine, on obtient une notable quantité de carbure éthylénique formé par action de l'amidure sur le dérivé halogéné :

$$C^3H^7Cl + NaAzH^2 = AzH^3 + NaCl + C^3H^6.$$

On conçoit dès lors pourquoi la même réaction effectuée sur le chlorure ou l'iodure de méthyle donne seulement de la méthylamine.

La connaissance de cette nouvelle réaction présente une indication précieuse dans l'étude de l'action des métaux-ammoniums sur les chlorures et iodures forméniques.

On sait que la remarquable réaction de Friedel et Crafts ne se fait pas toujours dans les mêmes conditions et que les rendements sont très variables suivant les halogénures réagissants. Elle se fait d'autant mieux que ceux-ci ont un point d'ébullition plus élevé. C'est ainsi que le bromure d'acétyle se condense facilement avec l'acétanilide en présence de chlorure d'aluminium, tandis que le chlorure d'acétyle ne réagit pas. Kunckell et Ulex se sont proposé de remplacer les dérivés halogénés alcooliques par les éthers chlorocarboniques qui réagissent comme eux, mais présentent un point d'ébullition plus élevé. Le mode opératoire consiste à ajouter à l'hydrocarbure aromatique la

quantité calculée de chlorure d'aluminium en poudre. Puis on verse goutte à goutte dans le mélange l'éther chlorocarbonique. Dans ces conditions, on n'obtient qu'une seule substitution. Mais, si l'on ajoute au contraire le chlorure d'aluminium au mélange de carbure et d'éther, on en observe plusieurs. Ainsi, l'action de $AlCl^3$ sur un mélange de benzène et de chlorocarbonate de méthyle fournit du toluène et du métaxylène. Avec le toluène il se fait du paraxylène et du pseudocumène. Dans les mêmes conditions, le chlorocarbonate d'éthyle donne avec le benzène du para-diéthylbenzène, et avec le toluène le diéthyl-1 : 2-méthyl 4-benzène. Le chlorocarbonate d'isobutyle fournit un mélange de diisobutyl et de triisobutylbenzène avec le benzène.

L'action des éthers chlorocarboniques sur le benzène conduit soit à un dérivé monosubstitué, soit à un dérivé disubstitué, généralement en méta pour l'éther méthylique et en para pour l'éther éthylique. Avec le toluène, la première substitution a lieu de préférence en para, la seconde dans une position asymétrique.

Une réaction intéressante, qui mériterait d'être généralisée, a été signalée par Nastukof. Elle consiste à faire réagir l'acide sulfurique concentré sur le benzène en présence de la solution aqueuse à 40 °/₀ d'aldéhyde formique. Il se forme un produit de condensation qui fournit par distillation sèche : 5 °/₀ de gaz, 60 °/₀ de liquide huileux et 35 °/₀ de coke. Le fractionnement du liquide donne : 1 °/₀ de benzène, 8 °/₀ de toluène, 2 °/₀ de paraxylène, 30 °/₀ d'un produit distillant entre 240-325°, d'où l'on a isolé le paraphényltoluène et des carbures solides. Quelle est la nature de ces carbures? Quel est le processus de cette condensation? Il semble que ces faits mériteraient une étude approfondie.

En faisant réagir la poudre de zinc sur le tétrabromure de pentaérythrite, Gustavson avait obtenu, il y a quelques années, un carbure qu'il considéra comme le vinyltriméthylène :

$$C(CH^2OH)^4 \rightarrow C(CH^2Br)^4 \rightarrow \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \!\!> CH.CH = CH^2.$$

Zélinsky pense que ce serait un carbure différent, le spirocyclane :

$$\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \!\!> C <\!\!\! \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2. \end{matrix}$$

Et il fait une synthèse élégante de ce dernier par fermeture successive de deux anneaux triméthyléniques dans des conditions qui excluent l'isomérisation. 10 grammes de pentaérythrite sont transformés en bibromure par chauffage à 125°, en tube scellé, avec de l'acide bromhydrique. Ce composé est ensuite éthérifié et le dérivé bibromé diacétylé ainsi obtenu, $(CH^2Br)^2C(CH^2OCOCH^3)^2$, chauffé avec l'alcool et la poudre de zinc, forme l'éther acétique du cyclopropanediméthylol, dont la saponification conduit au glycol :

$$\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \!\!> C.\ CH^2OCOCH^3{}^2 \rightarrow \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \!\!> C.\ CH^2OH\ .$$

Chauffé avec du perbromure de phosphore en tube scellé à 140°, pendant quatorze heures, ce glycol est changé en bibromure, que la poudre de zinc en présence d'alcool à 80 °/₀ transforme en spirocyclane bouillant à 40°. Ce carbure, hydrogéné en présence de noir de platine ou de palladium, conduit à l'éthyltriméthylène ; pour ouvrir le second noyau, il faut le nickel à 200°, on obtient alors l'isopentane.

Une nouvelle méthode avantageuse de préparation du thiophène, due à Steinkopf, consiste à faire passer de l'acétylène à travers un tube de fer contenant des pyrites chauffées à une température de 300°. Le liquide produit par condensation contient 40 °/₀ de thiophène. En employant 8 kilogs de pyrites, on peut obtenir en sept ou huit heures 800 grammes de distillat. De ce dernier, on peut isoler aisément du thiophène à 95-96 °/₀, le reste des impuretés étant constitué par des composés sulfurés avec des traces de benzène. Le résidu de la distillation est un mélange complexe dont on a isolé un composé $C^4H^6S^3$, bouillant à 36°.

Une réaction classique d'isomérisation catalytique des chlorures et bromures forméniques a été indiquée par Sabatier et Mailhe. Certains chlorures de métaux polyvalents, baryum, thorium, etc., dédoublent vers 250° les chlorures forméniques primaires en hydracide et carbure éthylénique. Les bromures des mêmes métaux se comportent de même vis-à-vis des bromures forméniques. En dirigeant les vapeurs des dérivés halogénés sur le sel métallique, puis les produits de la décomposition sur de la ponce granulée chauffée à 200°, on obtient un isomère halogéné secondaire ou tertiaire. Sur le sel métallique chauffé à 250°, a lieu la décomposition du dérivé primaire en oléfine et hydracide ; sur la ponce, ces deux produits se recombinent en fournissant un composé isomère du premier. Le chlorure d'isobutyle $(CH^3)^2CH.CH^2Cl$ donne ainsi plus de 40 °/₀ de chlorure $(CH^3)^3CCl$; celui d'isoamyle donne un mélange de chlorures secondaire et tertiaire $(CH^3)^2CH.CHClCH^3$ et $(CH^3)^2CClCH^2CH^3$. Le bromure d'isoamyle fournit 75 °/₀ de bromure tertiaire.

II. — Alcools et éthers.

La méthode classique de préparation des alcools primaires de Bouveault et Blanc, basée sur la

réduction des éthers-sels au moyen de l'alcool absolu et du sodium, a été modifiée récemment par Chablay, en remplaçant le sodium par le sodammonium. Il a montré d'abord que ce composé réagit sur les éthers-sels de la série grasse, en donnant un mélange d'amide sodée et d'alcool sodé :

$$RCO^2R' + 2AzH^3Na = RCOAzHNa + R'ONa + AzH^3 + H^2.$$
$$RCO^2R' + 2AzH^3Na + H^2 = RCH^2ONa + R'ONa + 2AzH^3.$$

L'ensemble de ces deux réactions donne l'équation finale :

$$2RCO^2R' + 4AzH^3Na = RCOAzHNa + RCH^2ONa + 2R'ONa + 3AzH^3.$$

La molécule de sodammonium ne réagit donc pas sur les éthers-sels, ni à la manière du sodium seul, ni comme l'ammoniac seul, mais bien en vertu de propriétés particulières à cette molécule. Il se peut que, dans l'équation finale, l'amide ne reste pas à l'état sodé. La réaction définitive du sodammonium sur un éther-sel serait alors la suivante :

$$3RCOOR' + 4AzH^3Na = 2RCOAzH^2 + RCH^2ONa + 3R'ONa + 2AzH^3.$$

On voit, d'après ces relations, que le rendement en alcool RCH^2OH ne peut être que la moitié ou le tiers de l'éther-sel employé. Si donc l'on veut préparer les alcools primaires, on devra augmenter le rendement par l'emploi d'une réaction supplémentaire capable de fournir l'hydrogène nécessaire à la réduction de l'amide en alcool :

$$RCOAzH^2 + 2H^2 = RCH^2OH + AzH^3.$$

Or, la réaction de l'alcool absolu sur le sodammonium permet d'atteindre ce but. Il y a, en effet, formation d'alcoolate de sodium, de gaz ammoniac et un dégagement d'hydrogène :

$$2C^2H^5OH + 2AzH^3Na = 2C^2H^5ONa + 2AzH^3 + H^2.$$

En évitant ainsi la formation d'amide, on obtient les alcools primaires avec de bons rendements. Dans un ballon de 1 litre, on introduit le sodium en fils et 300 centimètres cubes d'ammoniac liquide, de façon à obtenir la solution bleue de sodammonium. On refroidit vers — 80°, et on fait couler à l'aide d'un entonnoir à brome l'éther-sel que l'on veut réduire, préalablement dissous dans l'alcool absolu, en raison de deux molécules pour une d'éther-sel. La solution de sodammonium se décolore rapidement. Après avoir éliminé l'ammoniac, le mélange d'alcools sodés restant dans le ballon est décomposé par l'eau glacée. On entraîne ensuite les alcools par la vapeur d'eau et on les soumet à la distillation fractionnée, comme dans le procédé Bouveault et Blanc. L'auteur a ainsi préparé, avec les butyrate et isovalérate de méthyle, le butanol et l'alcool isoamylique; le caproate d'éthyle, l'heptylate, le caprylate, le laurate, le myristate et le palmitate de méthyle ont fourni l'hexanol, l'heptanol, l'octanol, le dodécanol, le tétradécanol $C^{14}H^{30}O$ et l'hexadécanol $C^{16}H^{34}O$. Les éthers-sels d'acides bibasiques ont les deux groupements CO^2R' réduits, avec formation de glycols biprimaires. Le sébacate de méthyle, $CO^2(CH^3)(CH^2)^8CO^2(CH^3)$, conduit au décanediol-1 : 10, $CH^2OH(CH^2)^8CH^2OH$, F. 71°5.

Le phénylacétate d'éthyle et le cinnamate de méthyle donnent les alcools phénylacétique $C^6H^5CH^2CH^2OH$ et phénylpropionique $C^6H^5CH^2CH^2CH^2OH$.

Les éthers acétiques sont également réduits, mais dans des proportions moindres. Dans ce cas, on obtient surtout des éthers acétylacétiques.

Depuis la publication des remarquables travaux d'Emile Fischer, aucun travail d'ensemble n'a paru sur les sucres supérieurs dérivés du glucose. Philippe a apporté une contribution très utile à l'histoire des matières sucrées de synthèse en créant un certain nombre de types nouveaux. Il a d'abord revisé et complété l'étude de corps déjà connus, tels que les lactones α et β-heptoniques, octoniques et nononiques, les heptoses α et β, l'octose αα, le nonose ααα, ce dernier obtenu pour la première fois à l'état pur; enfin l'heptite α, l'octite αα et la nonite ααα (α et β sont des signes spéciaux et conventionnels choisis par l'auteur, pour mieux reconnaître les composés étudiés). Il a précisé les modes de préparation et rectifié les constantes de tous ces corps, et a fait une étude détaillée des propriétés physiques de l'octose. En particulier, il a déterminé leur pouvoir réducteur et vérifié qu'aucun de ces hydrates de carbone n'est fermentescible. Il a montré, en outre, que les lactones précédentes sont capables de se transformer en anhydride d'acide, à la manière des lactones déconiques.

Les sucres tout à fait nouveaux décrits sont le glucoheptite β, d'une part, $C^7H^{16}O^7$, et toute la série déconique, d'autre part. Le premier, actif sur la lumière polarisée, est un alcool heptavalent caractérisé par ses éthers acétique, benzoïque et ses acétals formique et benzoïque. Dans la série déconique, l'auteur a préparé plusieurs lactones déconiques, le décose α et la décite α.

Avec les lactones déconiques, on observe un fait absolument nouveau et qui paraît être général : c'est la transformation limitée de la lactone en anhydride d'acide, dans une solution aqueuse sous l'influence de la température.

Toutes les matières sucrées ainsi créées dérivent du glucose. Leur nombre, en raison de la formation simultanée de deux isomères chaque fois que l'on passe d'un sucre à son homologue immédiatement supérieur, est, théoriquement, du moins, très grand. On compte, en effet, 2 glucoheptoses, 4 glucooctoses, 8 gluconononoses, 16 glucodécoses pos-

sibles. C'est pour distinguer ces différents corps que l'auteur a adopté la notation suivante : les deux heptoses dérivés du glucose sont les glucoheptoses α et β; les octoses dérivés de l'α-glucoheptose ou α-heptose sont l'αα-glucooctose ou αα-octose et l'αβ-glucooctose ou αβ-octose; ceux qui dérivent du β-heptose sont le βα- et le ββ-octose. Et de même pour les nonoses et les décoses.

Quant aux méthodes suivies pour la création de ces nouveaux types de matières sucrées, ce sont les mêmes que Fischer a indiquées pour la transformation des sucres aldéhydiques en sucres cétoniques, alcools ou acides.

Philippe a voulu comparer les propriétés physiques et chimiques de ces différentes substances, et il n'a trouvé aucune régularité dans la variation de celles-ci en fonction du nombre des atomes de carbone. Les corps sont tantôt plus solubles ou plus fusibles, tantôt moins que ceux qui leur correspondent dans la série immédiatement inférieure. Leur pouvoir réducteur présente les mêmes anomalies.

Bien que les méthodes de préparation conservent la même netteté dans ces séries supérieures que dans la série heptonique, on doit reconnaître que de pareilles recherches sont très délicates et très laborieuses. Il n'est pas besoin de montrer leur puissant intérêt, si l'on pense que l'on pourra rencontrer un jour ces matières sucrées dans les plantes, où peut-être elles se trouvent.

Wahl a montré en 1911 que, contrairement à ce que l'on admettait jusqu'alors, l'éther acétique est capable de se condenser avec les éthers propionique et butyrique, sous l'influence du sodium, lorsqu'on se place dans certaines conditions bien déterminées. On obtient ainsi des éthers acylacétiques ou β-cétoniques de formule générale $RCO.CH^2.CO^2C^2H^5$. Cette année, l'auteur a étendu sa réaction au valérate et à l'heptylate d'éthyle avec plus de succès. On remarque, en effet, que, pour les composés à chaîne normale, le rendement en éther β-cétonique augmente avec le poids moléculaire de l'éther à condenser. Ces éthers permettent d'obtenir les éthers αβ-dicétoniques. Il suffit de traiter la solution de l'éther β-cétonique dans un mélange d'oxyde d'éthyle anhydre et d'anhydride acétique par les gaz nitreux jusqu'à saturation et à extraire ensuite, par distillation fractionnée du produit obtenu, l'éther dicétonique formé. Dans cette réaction, la température de la solution s'élève peu à peu jusqu'au point d'ébullition de l'éther, en même temps qu'il se produit au sein du liquide un abondant dégagement gazeux. L'opération est terminée quand ces phénomènes ont cessé.

Wahl et Doll ont ainsi préparé les éthers benzoylglyoxyliques, $C^6H^5CO.CO.CO^2R$, où R est du méthyle, propyle, isobutyle, et un certain nombre d'éthers aliphatiques, $RCO.CO.CO^2R'$.

Le rendement en éther dicétonique est généralement voisin de 50 °/₀ du poids d'éther β-cétonique mis en œuvre. Il peut atteindre dans certains cas jusqu'à 60 °/₀ ; dans d'autres, il s'élève seulement à 10 °/₀. Ces éthers sont des liquides fortement colorés en jaune orangé, se combinant à l'eau et aux alcools en se décolorant et en dégageant une grande quantité de chaleur. Ils distillent dans le vide sans décomposition, et leur température d'ébullition est sensiblement la même que celle des éthers β-cétoniques dont ils dérivent. Ils possèdent enfin des propriétés réductrices énergiques ; ils réduisent la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent. Quant à leur formation, elle est due à une oxydation de l'éther β-cétonique par les vapeurs nitreuses; mais cette réaction se fait vraisemblablement en plusieurs phases, sur lesquelles on ne saurait, pour le moment, émettre que des hypothèses.

III. — Aldéhydes et cétones.

Les aldéhydes aromatiques ont été préparées par Gattermann, soit en versant un organo-magnésien dans une solution éthérée de formiate d'éthyle refroidie à 60°, soit en additionnant le même organo-magnésien, au bain-marie, d'éthoxyméthylène-aniline.

L'aldéhyde orthotoluique a été obtenue avec un rendement de 45 à 55 °/₀, la paraxylique, $C^6H^3(CH^3)^2CHO$, avec un rendement de 45 °/₀. Enfin, il a préparé également les aldéhydes parabromobenzoïque et parabromoxylylique, orthoéthoxybenzoïque et α-naphtoïque.

On sait que la réaction classique de préparation de l'acroléine consiste à chauffer la glycérine avec le bisulfate de potassium. Or, les rendements obtenus sont très variables à cause de la formation simultanée d'éthanal et de gaz sulfureux. Ils dépendent, en outre, de la manière dont la réaction est effectuée. Wohl et Mylo ont montré que les sulfates d'aluminium, de fer, de cuivre, qui cèdent facilement de l'acide sulfurique à température peu élevée, se comportent comme le bisulfate de potassium. Les sulfates alcalins sont inactifs, mais les sulfates neutres alcalino-terreux et ceux des métaux lourds catalysent plus ou moins la glycérine en acroléine à peu près exempte de SO^2. Le sulfate de magnésium est le catalyseur le plus énergique ; il fournit une acroléine très pure. En vue de déterminer la température la plus favorable pour une préparation avantageuse de l'acroléine, Wohl et Mylo ont dirigé des vapeurs de glycérine sur le catalyseur chauffé à diverses températures connues.

Les deux réactions possibles sont les suivantes :

$$CH^2OH.CHOH.CH^2OH \begin{cases} \nearrow CH^2OH.COH:CH^2 \\ \searrow CH^2OH.CH:CHOH \end{cases} \begin{array}{l} \rightarrow CH^2:CH.COH \\ \rightarrow CH^2O + CHOCH^3. \end{array}$$

La première est celle qui a lieu à la température la plus basse. A 330°-340°, on obtient plus de la moitié du rendement théorique en acroléine, sans produits accessoires. A 30° plus haut, il se forme déjà de notables quantités d'aldéhyde ordinaire.

Haller a continué ses remarquables recherches sur la méthylation des cétones par l'iodure de méthyle en présence d'amidure de sodium. En alcoylant les cétones cycliques (cyclohexanone α et β-méthylcyclohexanones, menthones), il a montré que dans toute cétone cyclique saturée les deux carbones voisins du groupe cétonique peuvent échanger tout leur hydrogène contre des radicaux méthyle ou allyle et, dans certains cas, contre d'autres résidus hydrocarbonés. C'est ainsi que la cyclohexanone a fourni la 1 : 1 : 5 : 5-tétraméthylcyclohexanone-6 et le dérivé tétra-allylé correspondant.

L'éthylation de la cyclohexanone se fait assez mal. Elle réussit, au contraire, avec cette même cétone méthylée; en particulier l'α-méthylcyclohexanone fournit les éthyl, diéthyl et triéthylcyclohexanones, aboutissant ainsi à la tétraalcoylation. Enfin, les menthones naturelle et synthétique se laissent alcoyler facilement à condition d'opérer au sein du toluène, le benzène ne favorisant pas la substitution. De l'ensemble de ces travaux sur les différentes cétones, il résulte que, à l'égal des cétones aliphatiques et des cétones mixtes renfermant respectivement les complexes RCH^2COCH^2R' et $Ar.CO.CH^2R$, toute molécule cyclique contenant le groupement :

$$\begin{array}{l} -CH^2 \\ -CH^2 \end{array}\!\!>CO \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} -CH \\ -CH^2 \end{array}\!\!>CO \; (R')$$

peut être transformée, par action de l'amidure de sodium en présence d'iodures aliphatiques, dans les cétones substituées :

$$\begin{array}{l} -CR^2 \\ -CR^2 \end{array}\!\!>CO \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} -RC \\ -R^2C \end{array}\!\!>CO. \; (R')$$

L'action directe du chlore sur les cétones est à peu près la seule méthode qui permet de préparer les cétones mono ou polychlorées en α. Il n'existe pas, sauf dans quelques cas indiqués par Favorsky et décrits plus loin, de procédé synthétique conduisant à des cétones halogénées de constitution donnée. Il en résulte une incertitude en ce qui concerne la constitution des cétones chlorées obtenues par action directe du chlore. Cette réaction fournit, en effet, un mélange d'isomères difficiles à séparer et à identifier. On pouvait penser que l'emploi des organométalliques mixtes du zinc permettrait d'atteindre au résultat. En opposant un chlorure d'acide α-chloré $RCHCl\,COCl$ à un organozincique, on aurait dû avoir la réaction simple :

$$R'ZnI + RCHClCOCl = RCHCl.CO.R' + ZnICl.$$

Blaise a montré que cette réaction n'est pas aussi simple, et qu'on ne peut pas obtenir ces cétones chlorées avec un bon rendement. Il se forme en effet, comme produit principal de la réaction, un éther chloré d'un alcool tertiaire chloré :

$$2\,RCHCl.COCl + 2\,R'ZnI = ZnI^2 + ZnCl^2 + RCHCl.C(R')_2-O-COCHClR.$$

Il est cependant arrivé à la cétone chlorée en passant par l'intermédiaire des cycloacétals halogénés. Le chlorure d'acide halogéné $RCHCl\,COCl$ se cyclise en présence d'un zinc mixte et d'un acide-alcool tel que l'acide α-oxyisobutyrique, suivant les réactions :

$$RCHCl.COCl + COH(CH^3)_2-CO^2H = HCl + RCHCl.CO.OC(CH^3)_2-CO^2H$$

dont le chlorure acide fournit :

$$RCHCl.CO.OC(CH^3)_2-COCl + R'ZnI = (CH^3)^2\,C\,(CO)_2\,O\,C-R'\,(CHClR) + Zn\,I\,Cl.$$

Ce cycloacétal, hydrolysé par chauffage au bain-marie avec l'acide acétique additionné d'un peu d'acide chlorhydrique, conduit à la cétone halogénée α. Par fixation d'une molécule d'eau, il se scinde, en effet, en un acide-alcool et la cétone cherchée :

$$(CH^3)^2COH.CO^2H + RCHClCOR'.$$

Blaise a préparé ainsi les cétones des types CH^2ClCOR, RCH^2ClCOR. Mais, pour que le procédé fût général, il était nécessaire de pouvoir obtenir commodément à l'état pur les acides α-halogénés. Or, la chloruration directe des acides ou des chlorures d'acides fournit un mélange d'isomères. On obtient, au contraire, d'excellents résultats en partant des acides maloniques que l'on chlore au bain-marie en présence de tétrachlorure de carbone et que l'on décompose ensuite par la chaleur :

$$CO^2HCHR.CO^2H \rightarrow CO^2HCClR.CO^2H \rightarrow CO^2 + CO^2HCHClR.$$

La chloruration directe des cétones alicycliques

n'a pas été effectuée jusque dans ces derniers temps d'une manière convenable et l'on n'était pas arrivé à un composé bien défini. Etant donnée l'importance de ces corps au point de vue réactionnel, il était utile d'arriver à une technique permettant d'atteindre ces cétones halogénées. Kötz et Götz ont fait réagir simplement le chlore ou le brome en vapeur, mélangés d'air, sur les cétones cycliques (cyclohexanone, méthylcyclohexanones, menthone, carvomenthone), en présence de carbonate de chaux et d'eau. L'halogène se met toujours en position ortho par rapport au carbonyle CO, et en méta ou para par rapport aux groupes méthyle, lorsqu'il y en a, excepté, toutefois, dans le cas de la carvomenthone. Ainsi, la cyclohexanone donne les 2 chloro ou 2-bromocyclohexanone ; la méthyl-1-cyclohexanone-2 donne la chloro-3-méthyl-1-cyclohexanone-2, Eb. 100° sous 15 mill., et le derivé bromé dans la même position (I) :

$$\text{(I)}\ CH^3.CH\begin{cases} CO - CHCl \\ CH^2 - CH^2 \end{cases}CH^2.\quad \text{(II)}\ CH^3.HC\begin{cases} CH^2 - CHCl \\ CH^2 - CH^2 \end{cases}CO.$$

La paraméthylcyclohexanone fixe l'halogène dans la position 3 (II). La menthone donne la 4-chloro et 4-bromomenthone-3, tandis que la carvomenthone conduit à la 1-chloromenthone-2. Ces cétones halogénées sont dépouillées facilement de leur hydracide par l'aniline en solution dans de l'éther, et l'on obtient les cétones cycliques incomplètes. La solution aqueuse de carbonate de potassium transforme les cétones halogénées en cétones-alcools, qui sont déshydratés par l'acide oxalique à 110°.

On sait, d'après les beaux travaux de Moureu et Brachin, que les cétones acétyléniques $RC \equiv CCOR'$ se comportent en présence d'hydrate d'hydrazine comme les β-dicétones et conduisent aux pyrazols disubstitués-3 : 5. De même, les cétones éthyléniques β-oxyalcoylées et β-oxyphénylées $RC(OR'') : CHCOR'$, qu'ils ont obtenues par action des alcools et des phénols sodés sur les cétones acétyléniques, donnent les mêmes pyrazols. En poursuivant l'étude de ces cétones acétyléniques $RC \equiv C.COR'$, E. André a trouvé qu'elles se combinent aux amines secondaires et dans quelques cas aux amines primaires, pour donner des aminocétones éthyléniques β-aminosubstituées : $RC(AzR_1R_2) = CHCOR'$, $RC(AzHR_1) = CHCOR'$. Leur constitution étant semblable à celles des cétones éthyléniques β-oxyalcoylées, il était tout naturel de songer à les faire réagir sur l'hydrate d'hydrazine. La réaction est très facile à opérer. On dissout dans l'alcool l'aminocétone avec un léger excès d'hydrate d'hydrazine et l'on maintient le tout à l'ébullition à reflux pendant trois ou quatre heures. Après refroidissement, la solution alcoolique est versée dans l'eau. En épuisant par l'éther, on obtient, après dessiccation et évaporation du solvant, le pyrazol. Il suffit de le faire cristalliser dans l'alcool dilué :

$$\begin{matrix} CH - CO.R' \\ | \\ R - C \\ \diagdown AzR_1R_2 \end{matrix} + AzH^2 - AzH^2 = \begin{matrix} CH - C - R' \\ \| \quad\quad \| \\ RC \quad\quad Az \\ \diagdown AzH \diagup \end{matrix} + AzHR_1R_2 + H^2O.$$

Favorsky et ses élèves ont étudié de nouveau l'action du pentachlorure et du pentabromure de phosphore sur les cétones. La réaction du PCl^5 sur le groupe CO cétonique consiste ordinairement dans le remplacement de O par Cl^2, ce qui fournit un dichlorure qui se décompose plus ou moins facilement en chlorure non saturé et HCl. Mais, pour certaines cétones, la réaction n'a lieu qu'à une température plus élevée et fournit principalement une cétone chlorée α. Ainsi, l'isobutyrone $(CH^3)^2CH.CO.CH(CH^3)^2$ et l'isopropyltertiobutylcétone $(CH^3)^2CH.CO.C(CH^3)^3$, l'une au bain-marie, l'autre par chauffage prolongé à 140°, donnent les cétones chlorées $(CH^3)^2CCl\ CO\ CH(CH^3)^2$ et $(CH^3)^2CCl\ CO\ C(CH^3)^3$. Cette anomalie résulterait de ce fait que les cétones normales, réagissant à froid, ne sont pas énolisées, tandis que les cétones à chaîne ramifiée, n'entrant en réaction qu'à une température plus élevée, se trouvent énolisées par le chlore libre provenant de la dissociation du perchlorure de phosphore, et l'on obtient les transformations suivantes :

$$(CH^3)^2CH.CO.CH(CH^3)^2 \rightarrow (CH^3)^2C:COH.CH(CH^3)^2$$
$$(CH^3)^2C:COH.CH(CH^3)^2 + Cl^2 \rightarrow (CH^3)^2CCl.CO.CH(CH^3)^2.$$

Le perbromure de phosphore, se dissociant plus facilement que le perchlorure, constituera un énoliseur plus énergique. Il en résulte que, quelle que soit la cétone employée, on obtiendra toujours des cétones bromées. Ainsi la propanone conduit à $CH^2Br\ CO\ CH^3$; la méthyléthylcétone, $CH^3\ CO\ CH^2CH^3$, a fourni la bromocétone correspondante $CH^3\ CO\ CHBr\ CH^3$ par action de PBr^5 à 0° ; de même la méthylisopropylcétone, la pinacoline, l'éthylisobutylcétone, l'isobutyrone, la méthylcyclohexylcétone, etc., fournissent les cétones monobromées correspondantes.

Les expériences ont montré que, dans les produits de la réaction du bromure de phosphore sur les cétones, le brome se place en α par rapport au groupe CO ; c'est l'hydrogène fixé au carbone le moins hydrogéné qui est remplacé. Une action plus prolongée de PBr^5 conduit à une dicétone bibromée. Si le premier atome de carbone substitué a encore un hydrogène, c'est celui-ci qui est remplacé ; et s'il n'en a pas, c'est l'hydrogène du

carbone voisin de CO qui est éliminé. Dans le premier cas, on obtient des cétones bibromées αα-dissymétriques, dans le second cas, des cétones bibromées αα-symétriques. Enfin, il peut se former des cétones tribromées lorsque 3H remplaçables se trouvent en position α, α par rapport à CO.

Ces travaux de Favorsky jettent un nouveau jour sur une question classique des plus importantes. L'opinion générale, reflétée d'ailleurs par la plupart des livres et des traités de Chimie, c'est que l'action des composés halogénés du phosphore sur les cétones conduit au dérivé dihalogéné sur CO. Il faut dès maintenant modifier cette manière de voir, puisque toujours dans le cas du perbromure, et quelquefois dans le cas du perchlorure de phosphore, c'est à une cétone halogénée que l'on est conduit.

Ces cétones halogénées, en particulier les monobromées, permettent d'arriver aisément aux cétones-alcools, dont les propriétés ont fourni d'utiles indications pour déterminer la position de l'halogène. Il suffit de les saponifier par le carbonate de potassium. La plupart de ces alcools-cétones décrits étaient inconnus.

Aux aldéhydes et cétones correspondent, par substitution de AzH à l'oxygène fonctionnel, des composés auxquels on a donné le nom d'imines, de formule RCH : AzH ou RR'C : AzH. Pour éviter des confusions avec les amines secondaires et les imides, Moureu a proposé récemment de nommer les imines aldéhydiques des *aldimines*, et les imines cétoniques des *cétimines*. L'hydrogène de AzH pouvant être substitué par des résidus hydrocarbonés, on a des aldimines et des cétimines substituées. Quelques-unes de ces dernières sont connues, mais on ne connaît aucune cétimine simple. C'est à la suite d'une remarque importante faite sur les composés azotohalogénomagnésiens que Moureu et Mignonac ont été amenés à créer une méthode de préparation de ces corps.

On sait que la condensation des nitriles avec les magnésiens mixtes fournit une combinaison RR'C : AzMgBr. Traitée par les acides étendus, elle se décompose, comme l'a montré Blaise, en cétone et ammoniac :

$$\begin{array}{c} RCR' \\ \| \\ AzMgBr \end{array} + 2H^2O = RCOR' + AzH^3 + Mg\begin{array}{l} OH \\ Br \end{array}.$$

Moureu et Mignonac ont remarqué que le complexe azotobromomagnésien n'était autre que le dérivé magnésien d'une cétimine, RR'C : AzH, et ils ont pensé que le premier effet de la destruction de ce complexe par l'eau devait donner la cétimine, si l'on se plaçait dans des conditions particulières. En effet, si l'on décompose la combinaison azotomagnésienne par la glace, qu'on agite rapidement avec de l'éther et que, dans la liqueur éthérée, préalablement desséchée à basse température, on dirige un courant de gaz chlorhydrique sec, on obtient le chlorhydrate de la cétimine RR'C : AzH. HCl. Ce sel, mis en suspension dans de l'éther anhydre, est soumis à un courant de gaz ammoniac qui précipite la cétimine pure.

Les cétimines aromatiques (diphénylcétimine, phénylorthotolylcétimine, phényl-α-naphtylcétimine), sont obtenues avec des rendements variant, suivant les cas, de 60 à 92 °/₀.

Pour les cétimines mixtes grasses-aromatiques (phényléthylcétimine, phénylpropylcétimine, etc.), les rendements sont voisins de 60 °/₀.

Cette nouvelle classe de composés est constituée le plus souvent par des huiles ou des solides à point de fusion peu élevé, incolores, à odeur légèrement vireuse. Ils sont très fortement réfringents. En raison de leur groupement AzH, les cétimines possèdent la fonction basique; leurs sels (chlorhydrates, acétates, benzoates, etc.) sont cristallisés. Les chlorhydrates sont facilement solubles dans l'eau, et les solutions, limpides au début, se troublent peu à peu par suite d'une hydratation. Il se forme une cétone et du chlorure d'ammonium :

$$RR'C : AzH.HCl. + H^2O = RCOR' + AzH^4Cl.$$

Les cétimines libres sont beaucoup moins sensibles que leurs sels à l'action de l'eau. Celle-ci ne les attaque que lentement avec production d'ammoniaque et de cétone.

En raison de la double liaison qui unit AzH au carbone, les cétimines présentent le caractère incomplet, et elles fixent le brome avec énergie. Enfin, la fonction cétimine apparaît comme très active et susceptible de se prêter à des réactions variées qui sont actuellement à l'étude.

IV. — Acides et Nitriles.

La littérature chimique ne mentionne cette année que des travaux sur des acides particuliers et l'on ne peut relever aucune communication d'un ordre général. Je me bornerai à signaler la réaction inattendue obtenue par Lespieau en condensant le bromure d'acroléine avec l'acide malonique. Ces deux corps, réagissant en solution acétique, devraient fournir l'acide pentène-oïque :

$$CH^2 : CH.CH^2Br + CO^2H.CH^2.CO^2H$$
$$= CO^2 + HBr + CH^2 : CH.CH^2.CH^2.CO^2H.$$

En réalité, on obtient l'acide tribromo-3 : 4 : 5-valérique, $CH^2Br.CHBr.CHBr.CH^2.CO^2H$.

Le bromure d'acroléine, préparé par action à froid du brome sur l'acroléine, après lavage à l'eau additionnée de CO^3Na^2, ne bout pas à une tempéra-

ture constante ; en outre, il renferme toujours un peu de HBr dissous. Un mélange de ce bromure, d'acide acétique et d'acide malonique étant porté au bain-marie à 70°, devient le siège d'un dégagement gazeux par suite du départ de CO^2 et HBr. Après dix heures de chauffe, l'acide tribromé est formé.

Il faut noter aussi le travail de Bougault sur l'isomérisation des acides-alcools. Il a établi que l'acide phényl-α-oxycrotonique se transforme, par l'action des acides oxalique et phosphorique, en acide phényl-α-oxycrotonique :

$$C^6H^5.CH:CH.CHOH.CO^2H \rightarrow C^6H^5.CHOH.CH:CH.CO^2H.$$

Ce dernier s'isomérise en acide benzoylpropionique, $C^6H^5.CO\,CH^2.CH^2.CO^2H$, par les acides forts.

On trouve, au contraire, pour les nitriles une nouvelle méthode de préparation de ces composés dans la série aliphatique. Elle est due à Arbousof. Lorsqu'on chauffe les hydrazones des aldéhydes grasses en présence de chlorure cuivreux, de chlorure de platine ou de chlorure de zinc, et d'autres sels, elles éprouvent une décomposition catalytique accompagnée de la formation de nitriles. Toutefois, le rendement varie considérablement. En général, les hydrazones contenant des radicaux de faible masse n'en fournissent qu'une très faible proportion. La décomposition donne alors principalement des indols substitués. Ainsi 50 grammes de phénylhydrazone de la méthyléthylcétone, chauffés avec 0 gr. 1 de Cu^2Cl^2, à une température de 180°, donnent un liquide cristallisant facilement : c'est le diméthyl-2 : 3-indol ; la phénylhydrazone du propanol fournit, dans les mêmes conditions, le méthyl-3-indol ou scatol. Le rendement dans ces deux cas est 60 °/₀ de la théorie ; il atteint 73 °/₀ dans le second, si l'on prend le chlorure de zinc comme catalyseur. La paratolylhydrazone du propanal donne dans les mêmes conditions le diméthyl-3 : 5-indol.

Si on chauffe, au contraire, les hydrazones à radicaux lourds, comme celle de l'aldéhyde isovalérique, en présence de Cu^2Cl^2, par exemple, la décomposition en nitrile est presque exclusive. Elle a lieu suivant l'équation :

$$(CH^3)^2CH.CH^2.CH:Az.AzH.C^6H^5 = C^6H^5.AzH^2 + (CH^3)^2CH.CH^2.CAz.$$

Le nitrile isovalérique est obtenu avec un rendement de 56 °/₀ de la théorie.

Dans des conditions analogues, l'hydrazone de l'aldéhyde isobutyrique fournit le nitrile $(CH^3)^2$ CH.CAz ; celle de l'œnanthol donne le nitrile heptylique avec un rendement d'au moins 60 °/₀ de la théorie.

Grignard et Courtot ont étendu aux magnésiens acétyléniques les méthodes de synthèse des nitriles découvertes par l'un d'eux, au moyen du cyanogène et du chlorure de cyanogène. Ces méthodes, que nous avons décrites dans la Revue de l'année dernière, s'appliquent aux hydrocarbures acétyléniques vrais de la série grasse et de la série aromatique avec des rendements de même ordre que ceux obtenus dans les séries saturées. Ainsi, le phényl-acétylène conduit au nitrile phénylpropiolique, avec un rendement de 60 °/₀ ; l'heptine vraie donne le nitrile n-amylpropionique (rendement 67 °/₀). Cependant, le dimagnésien de l'acétylène fournit une anomalie : lorsqu'on décompose le complexe engendré par la réaction sur le cyanogène, l'acétylène est remis en liberté.

Jusqu'à présent, on ne possède aucune méthode régulière pour souder le groupement nitrile aux noyaux cyclaniques ; cela tient au faible dédoublement des dérivés chlorés en cyclènes et acide chlorhydrique. Ainsi l'action du cyanure de potassium sur le chlorure de cyclohexane ne donne aucun résultat. La méthode au chlorure de cyanogène ne paraît pas convenir au bromure de cyclohexylmagnésium, car il se forme en effet la réaction :

$$C^6H^{11}MgBr + CAzCl = C^6H^{11}Cl + Mg\begin{cases}Br\\CAz.\end{cases}$$

L'emploi du cyanogène donne, au contraire, des résultats satisfaisants. En faisant couler goutte à goutte l'organo-magnésien dans une solution éthérée de cyanogène, préalablement refroidie par de l'eau glacée, on obtient la réaction suivante :

$$C^6H^{11}MgBr + \begin{matrix}CAz\\|\\CAz\end{matrix} = Mg\begin{cases}CAz\\Br\end{cases} + C^6H^{11}CAz.$$

La masse visqueuse blanche qui se produit est traitée selon le mode habituel. Grignard et Bellet ont préparé ainsi les nitriles hexahydrobenzoïque, et ortho, méta, para-méthylhexahydrotoluiques : $C^6H^{11}CAz$ et $CH^3C^6H^{10}CAz$, avec des rendements variant de 40 à 50 °/₀. Ces nitriles possèdent une odeur forte analogue à celle des nitriles de la série grasse. La potasse alcoolique à chaud les transforme en acides, et la réduction par le sodium et l'alcool conduit aux amines.

Aloy et Rabaut ont obtenu les cyanhydrines benzoylées des aldéhydes et cétones grasses, aromatiques et hydrocycliques, par action du chlorure de benzoyle sur un mélange équimoléculaire du corps à transformer et de cyanure de potassium. Ce dernier est dissous dans l'eau. Puis on fait couler goutte à goutte dans le mélange une molécule de chlorure de benzoyle. Pour que la réaction puisse avoir lieu, il faut maintenir en contact intime les différents corps, ce qui exige une agita-

tion énergique. Au bout d'une heure environ, à la température ordinaire, l'odeur du chlorure a disparu. Il s'est formé une huile épaisse incolore, qui est enlevée par l'éther. L'évaporation de ce dernier laisse la cyanhydrine cristallisée :

$$R.COH + KCAz + C^6H^5COCl = KCl + RCH\begin{cases} OCOC^6H^5 \\ CAz \end{cases}$$

$$RCOR' + KCAz + C^6H^5COCl = KCl + \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C\begin{cases} OCOC^6H^5. \\ CAz. \end{cases}$$

Ces nitriles sont des corps bien cristallisés. Ils donnent les amides lorsqu'on les traite par les acides dilués. L'action de la soude étendue et chaude scinde ces amides au groupement benzoyle selon la réaction :

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C\begin{cases} OCOC^6H^5 \\ COAzH^2 \end{cases} + NaOH$$

$$+ H^2O = C^6H^5CO^2Na + AzH^3 + \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!C\begin{cases} OH \\ CO^2H. \end{cases}$$

Elle constitue un nouveau procédé de préparation des acides-alcools. En particulier, la cyanhydrine du formol permet d'atteindre très aisément l'acide glycolique $CH^2OH.CO^2H$, par la série des transformations suivantes :

$$CH^2\begin{cases} OCOC^6H^5 \\ CAz. \end{cases} \rightarrow CH^2\begin{cases} OCOC^6H^5 \\ COAzH^2 \end{cases}$$

$$\rightarrow C^6H^5CO^2Na + AzH^3 + CH^2OH.CO^2H.$$

V. — Colorants.

Il n'est pas possible de décrire dans cette Revue les nombreux colorants créés par l'industrie, ni leur mode de préparation. Cette étude relève des journaux techniques. Mais il faut signaler ici les travaux d'un caractère général, pouvant être utiles au point de vue didactique.

On a admis jusqu'ici que l'action de l'ammoniaque sur les colorants de triphénylméthane fournit, comme dans le cas des alcalis fixes, les carbinols correspondants. Williger et Kopetschni ont trouvé que les produits ainsi obtenus, dont certains ont effectivement été décrits sous le nom de carbinols, sont des amines dans lesquelles l'OH carbinolique est remplacé par le groupement amine AzH^2. La substance-mère de ce groupe de dérivés est la triphénylméthylamine $(C^6H^5)^3CAzH^2$, obtenue par Elbs en traitant le triphénylbromométhane par l'ammoniac. Les nouvelles bases se forment déjà en solution très étendue, mais sont alors mélangées avec du carbinol. Une solution de vert malachite à 1 °/₀ donne avec deux molécules d'ammoniaque un précipité renfermant 75-80 °/₀ d'amine et 25-20 °/₀ de carbinol. Pour les obtenir pures, il suffit d'opérer en l'absence d'eau. Une solution de vert malachite dans le chloroforme, traitée par un courant de gaz ammoniac sec, se décolore. La solution filtrée, évaporée dans le vide, fournit des cristaux, F.138°, moins solubles que le carbinol :

$$CCl\begin{cases} C^6H \\ = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2 \end{cases}$$

$$+ 2\,AzH^3 = AzH^4Cl + CAzH^2 - [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2.$$

Une solution chloroformique de violet cristallisé, traitée dans les mêmes conditions, donne l'amine, F.190° (I). Il en est de même de la parafuchsine, qui donne la triaminotriphénylamine (II).

(I) $C.AzH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3$ (II) $C.AzH^2[C^6H^4AzH^2]^3$.

Enfin le violet éthylé, étudié par Noelting et Sass, conduit également à l'amine correspondante.

Les amines primaires réagissent comme l'ammoniac. L'aniline, par exemple, donne des anilides. Les propriétés de ces bases aminées sont très voisines de celles des carbinols correspondants. Les alcalis ne les décomposent pas ; même à l'ébullition, il n'y a pas élimination d'ammoniac. Au contraire, les acides fournissent de nouveau les matières colorantes et le sel d'ammonium :

$$R^3C.AzH^2 + 2\,HCl = R^3C.Cl + AzH^4Cl.$$

Les alcools les décomposent à l'ébullition avec élimination quantitative d'ammoniac et formation d'éthers-oxydes des carbinols :

$$R^3C.AzH^2 + C^2H^5OH = AzH^3 + R^3C.OC^2H^5.$$

On connaissait de nombreux exemples dans lesquels les carbinols du triphénylméthane présentent des réactions aldéhydiques : fixation de HCAz, de SO^2, de H^2S, de l'hydroxylamine, de la phénylhydrazine, etc. Il faut donc y ajouter encore l'action de l'ammoniac et des amines primaires.

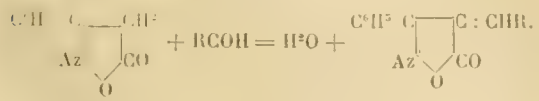
Heller a préparé l'indophénol le plus simple, O : C^6H^4 : Az. C^6H^4OH, par oxydation du para-aminophénol et du phénol à l'aide d'hypochlorite de soude à la température de — 10° ; ce sont des feuillets bruns, fondant à 160°. Et de même, par oxydation d'un mélange de paraphénylènediamine et de phénol, à l'aide d'une solution aqueuse de bioxyde de plomb en présence de phosphate acide de sodium, et de CO^3HNa, il a obtenu l'indamine la plus simple, AzH : C^6H^4 : Az. C^6H^4OH. Ce sont des aiguilles bleues fondant à 105°. En appliquant ces deux méthodes d'oxydation, l'auteur a préparé de nombreux dérivés de ces corps : le méthyl-2-indophénol, par oxydation d'un mélange de paraaminophénol et d'orthocrésol, le méthyl-3-indophénol, en employant le métacrésol ; l'amino-3-méthyl-2-indophénol, en oxydant un mélange d'orthocrésol et de para-phény-

lène-diamine, le bleu phénol à l'aide du phénol et de la paraaminodiméthylaniline, le bleu naphtol, etc., etc. Ces deux préparations des indophénols et des indamines ont été brevetées par la Badische Anilin und Soda Fabrik.

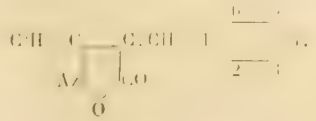
Biehringer a indiqué deux nouveaux modes de formation de colorants du groupe de la pyronine. Le premier consiste à condenser le benzile avec le diméthylmétaaminophénol, au bain-marie, en présence d'anhydride carbonique. On obtient ainsi une tétraméthylbenzopyronine. Dans cette condensation, le benzile peut être remplacé par l'aldéhyde benzoïque ou le phénylchloroforme. Un second procédé consiste à chauffer le diméthylmétaaminophénol seul ou bien avec de l'acide sulfurique, ou encore avec du glyoxal, à 180-200°. On obtient ainsi la diméthylformopyronine. La réaction est analogue à celle qui fournit du violet méthylé à partir de la diméthylaniline.

Meyer a fait une étude complète des dérivés de la phénylisoxazolone. Il a montré que les aldéhydes aromatiques se condensent, dans des conditions très simples, avec cette cétone hétérocyclique pour donner une nouvelle série de matières colorantes auxquelles il a attribué le nom d'isoxazolindogénides, voulant marquer de la sorte leurs relations étroites avec les indogénides de Baeyer et les autres colorants de constitution voisine.

Cette condensation a lieu, dans la plupart des cas, en solution alcoolique. En chauffant au bain-marie des molécules égales d'aldéhyde et d'oxycétone, on observe, après addition d'alcool, que la liqueur se colore rapidement, puis se trouble et le produit de condensation se précipite. L'addition d'un catalyseur tel que la pipéridine ou la diéthylamine est inutile ; leur addition accélère cependant la vitesse de réaction. Si on opère à froid, la combinaison demande plusieurs jours pour être complète. La vitesse de formation du composé définitif est, d'ailleurs, assez variable suivant la nature de l'aldéhyde réagissante. Les différentes aldéhydes aromatiques : benzoïque, cinnamique, salicylique, vanilline, pipéronal, etc., se condensent toutes selon l'équation :

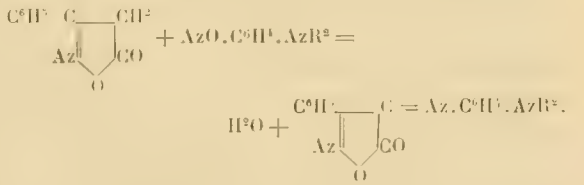


Les composés obtenus sont tous jaunes et cristallisés. Ils peuvent être considérés comme ayant pour chromogène la benzylidène-phénylisoxazolone :



L'introduction d'auxochromes dans le noyau benzénique modifie, en effet, la nuance et fournit ainsi de véritables matières colorantes, qui présentent, bien qu'à un degré peu intense, de réelles propriétés tinctoriales. Le dérivé diméthylamino-benzoïque teint la soie et la laine en jaune orangé, en bain acétique dilué, ainsi que le coton mordancé au tanin et à l'émétique.

En 1899, Ehrlich et Sachs ont découvert une intéressante propriété des amines nitrosées aromatiques, du type paranitrosodiméthylaniline. Elles se condensent très facilement avec les dérivés possédant un groupe CH^2 compris entre deux radicaux électronégatifs. Cette réaction, d'une application très générale, conduit à la préparation de colorants désignés par Möhlau sous le nom d'*azométhines*. Ils possèdent le groupe chromophore CAz. Or, Meyer a constaté que la phénylisoxazolone se comporte comme si elle possédait un groupe méthylénique électronégatif et elle se condense avec les amines paranitrosées substituées d'une manière presque quantitative, selon l'équation :



La diméthylaniline nitrosée forme ainsi des aiguilles noir violacé, solubles en vert dans l'acide acétique et teignant la soie en violet terne peu résistant. Les nitroso-diéthylamine, diphénylamine, donnent de même des aiguilles tirant sur le violet noir.

Enfin, par condensation de la même oxazolone avec les nitrosopyrazols et les nitrosopyrazolones, l'auteur a obtenu d'autres matières colorantes nouvelles. Si l'on ajoute les colorants azoïques mixtes et les dérivés indigoïdes que l'on peut également obtenir, on verra quelle merveilleuse aptitude à la réaction possède la phénylisoxazolone.

Alph. Mailhe,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Moye (Marcel), *Professeur à l'Université de Montpellier.* — **L'Astronomie.** Observations, Théorie et Vulgarisation générale. — 1 *vol. in*-18 de 395 *pages, de l'Encyclopédie scientifique.* (*Prix cart.* : 5 *fr.*) *Doin et fils, éditeurs. Paris,* 1913.

Sous ce titre, l'auteur a essayé « de condenser en un petit nombre de pages un tableau d'ensemble de l'Astronomie moderne ». Cet ouvrage, destiné aux amateurs d'astronomie, intéressera aussi bien les professionnels; il a sa place marquée dans toutes les bibliothèques et sur la table de tous les travailleurs.

Après une brève introduction précisant nettement les limites du programme à remplir, M. Moye promène son lecteur, en douze étapes, dans tout l'Univers, sans laisser échapper aucune occasion de lui communiquer le zèle ardent qui l'anime et lui a fait goûter « de telles jouissances dans la contemplation et l'étude des astres qu'il a toujours regretté d'avoir si peu de compagnons prêts à s'égarer dans les chemins du firmament ».

Dans le « Ciel et son étude » (chap. Ier), le lecteur prend contact avec les merveilles qui l'attendent et reçoit les conseils qui le guideront fructueusement dans ses contemplations célestes. M. Moye est un praticien émérite, ayant scrupuleusement expérimenté tout ce qu'il recommande. En termes excellents, il montre que « l'astronomie est essentiellement une science d'observation. » Sans méconnaître le rôle des Mathématiques, il estime, qu'avant tout, « l'Astronomie s'apprend en regardant les astres et non pas sur un pupitre de travail... »

Ainsi préparé pour son voyage céleste, le lecteur admire d'abord les étoiles, qu'il range en catégories selon leur éclat; il s'essaie à les dénombrer, apprend à les reconnaître, à utiliser les catalogues et à se repérer parmi les diverses constellations. L'auteur lui donne de judicieux conseils sur le choix d'une lunette, qui doit être petite pour commencer (75 mm. d'objectif au maximum).

Le futur géographe étudie d'abord la zone balayée par l'ombre de son clocher, passe de là à son canton, à son pays, pour terminer par les antipodes. Ainsi doit faire le jeune astronome qui apprend sous la rubrique : « La rotation diurne du globe » (chap. II) à connaître la Terre, sa forme, sa grandeur, sa masse, sa densité, la durée de rotation, etc... Ces notions fondamentales, qu'il opposera ultérieurement à celles que lui offriront les autres planètes, sont complétées par les applications pratiques du mouvement diurne : coordonnées géographiques, le temps, sa mesure, l'heure locale, l'heure légale. Notons au passage le laboratoire astronomique aussi simple qu'ingénieux et infiniment plus suggestif que tous les dessins cosmographiques en usage.

« La révolution de la Terre autour du Soleil » (chap. III) est, avec la rotation diurne, le second mouvement principal de notre observatoire. Elle nous fournit l'année et les saisons; elle nous conduit aux questions capitales de l'Astronomie. La Terre est-elle le centre de l'Univers, le but final de ce que nous voyons, ou n'est-elle qu'un humble satellite du Soleil, qui n'est lui-même qu'un voyageur errant dans l'espace? La première opinion était celle des Anciens; il a fallu le génie de Copernic pour débrouiller le chaos des mouvements inextricables imaginés par Ptolémée, puis Képler et Newton pour énoncer les lois si simples qui régissent les déplacements de toutes les planètes autour de leur foyer commun d'attraction, le Soleil.

Alors s'introduisent naturellement les notions de forme et de grandeur de l'orbite terrestre, la distance de la Terre au Soleil, ses méthodes de calcul. L'auteur envisage ensuite le voyage sur l'écliptique, les aspects divers du paysage céleste pendant le parcours; il explique les saisons, les mouvements secondaires, précession et nutation, puis termine par un examen sommaire de la Lune, compagne inséparable de la Terre.

« Après la Terre, le Soleil est assurément celui des astres que l'on peut dire le plus connu de tous ». Aussi le chapitre IV, qui lui est consacré, est-il particulièrement instructif, d'autant mieux que « le Soleil, le plus lumineux des corps célestes que nous puissions voir, est, par cela même, à la portée des investigations des plus modestes instruments ».

Evaluer sa lumière et sa chaleur sont deux problèmes toujours d'actualité; comparer sa radiation lumineuse aux luminaires connus, étoiles, Lune, bougie décimale est un exercice aussi captivant pour le débutant que pour le savant chevronné, parce que les résultats offrent toujours assez d'inédit pour flatter l'amour-propre. La constante solaire jouit du même privilège, car chacun peut encore s'assurer la propriété d'une nouvelle décimale.

Les calculs du diamètre apparent, des dimensions du Soleil sont des problèmes plus modestes qu'il suffit d'énoncer. Avant de passer à l'étude physique de Phébus, l'auteur expose quelques bonnes méthodes d'observation. Avec une très grande aisance, l'amateur peut ainsi contempler la photosphère, admirer les facules, dénombrer les taches, ce qui le conduit à la vérification d'une vague période undécennale et à la durée de la rotation du Soleil sur lui-même. L'analyse spectrale décuple ses moyens d'investigation; s'il y ajoute les ressources du magnétisme, l'action mystérieuse des corps nouveaux, il expliquera, avec une compétence indiscutable, aussi bien la vie que la mort du Soleil.

« Tous les instruments sont bons pour l'étude de la Lune (chap. V). L'œil nu lui-même et une simple jumelle y trouvent très bien leur compte... » Après cette entrée en matière, l'auteur guide consciencieusement l'observateur à travers les paysages lunaires. Quelques notions de géologie sont nécessaires pour bien saisir les théories récentes de la formation et de l'évolution de notre satellite. L'étude de l'Atlas admirable de MM. Loewy et Puiseux est également indispensable au sélénographe qui recherche les « changements d'aspects » et tous les symptômes de vie. Il apparaît bien que ces derniers sont de plus en plus problématiques, car la majorité des astronomes tient notre voisine pour un astre à son déclin, à un stade plus avancé que le nôtre, autrement dit, d'après M. Moye, « la Lune nous montre à la fois le passé et l'avenir de la Terre, son passé aux ardeurs volcaniques et son avenir lorsque l'eau et l'air deviendront rares ».

Les chapitres VI, VII et VIII sont ensuite consacrés aux planètes. D'abord (ch. VI), vue d'ensemble sur le système planétaire, mouvements apparents, explications données par les anciens astronomes, puis applications des lois de Képler et conceptions modernes des mouvements astronomiques. Les éléments fondamentaux du système solaire sont rapportés avec soin et clairement commentés ; les traits caractéristiques des astéroïdes sont bien mis en évidence. Il convient de distinguer Eros, découverte il y a à peine quelques années, par un amateur, et de signaler l'intérêt des

recherches des planètes intra-mercuriennes et trans-neptuniennes.

L'examen détaillé des planètes est divisé en deux parties: 1° Planètes moyennes, de Mercure à Mars. (chap. VII); 2° Grosses Planètes, de Jupiter à Neptune (chap. VIII).

La monographie des planètes retient surtout l'attention par les analogies que l'on y recherche avec notre Terre.

Mercure et Vénus offrent peu de repères caractéristiques, puisqu'on ignore encore la durée de leur rotation diurne. Signalons, parmi les particularités dignes d'attention, les passages de ces deux astres sur le Soleil. Quant à Mars. il est peu de personnes qui ignorent aujourd'hui les découvertes de Schiaparelli et les observations sensationnelles de P. Lowell. M. Moye, ayant fait connaître au public le principal travail de ce dernier : *Mars et ses Canaux*, était tout spécialement qualifié pour faire ici les honneurs de la planète aux amis d'Uranie.

Les grosses planètes sont Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Jupiter, avec son cortège de huit satellites, reproduit, en miniature, le système solaire même. On connaît l'histoire de la découverte de ses satellites par Galilée et Simon Marius, première application de la lunette longue-vue. C'est à eux également que Rœmer est redevable de la notion fondamentale de la vitesse de la lumière.

Grâce à son anneau et à ses satellites, Saturne est, quoique moins lumineux, l'une des curiosités célestes les plus captivantes, « accessibles à des instruments d'optique considérés aujourd'hui comme fort modestes. » Plus que toute autre planète, Saturne a servi de base pour l'ébauche des diverses théories cosmogoniques.

Bien que faisant partie des grosses planètes, Uranus et Neptune, par suite de leur éloignement, cessent d'être visibles autrement que dans les instruments. Leur petitesse apparente s'oppose à l'observation des détails caractéristiques de leur surface.

« Les comètes et étoiles filantes n'ont pas besoin d'être définies, le langage ne faisant ici que rendre obscure une notion vulgaire. » Le chapitre IX est consacré à l'exposé fort intéressant des connaissances acquises et des vues les plus modernes sur ces astres un peu mystérieux sous les rubriques diverses: familles de comètes et comètes périodiques, constitution physique et chimique, effets probables d'une rencontre avec la Terre. De nombreux astronomes amateurs se sont distingués, à côté du professionnel éminent qu'était Schiaparelli, dans l'étude des étoiles filantes et bolides dont l'observation est infiniment plus délicate qu'on ne l'imagine communément.

Avec « Le Monde Sidéral » (chap. X), on revient à l'étude plus détaillée des étoiles que l'on a appris à distinguer rapidement au chapitre Ier. En s'éloignant des Terres du Soleil, l'astronome élargit tellement son horizon qu'il lui faut changer d'unité de mesure pour jalonner le chemin parcouru.

La distance Terre-Soleil, qui sert de mètre dans le monde planétaire, ne fournit plus que des nombres de signification imprécise. On obtient une image plus saisissante en substituant le temps employé par la lumière pour venir de l'étoile à l'observateur. A raison de 300.000 kilomètres à la seconde, la lumière de notre plus proche voisine, α Centaure, met 4 ans 35 pour nous atteindre...; nous voyons la lumière d'Aldébaran émise il y a vingt et un ans, celle de Véga, il y a vingt-sept ans... Avouons que cette image est encore bien peu compréhensible et inclinons-nous devant les dimensions insondables de l'Univers.

« L'étude chimique d'une étoile paraissait à Auguste Comte le comble de l'inconnaissable ». C'est aujourd'hui chose courante avec l'analyse spectrale.

La classification des spectres a fourni quatre groupes fondamentaux, où l'imagination du philosophe peut errer librement dans la poursuite des formes évolutives de la matière cosmique.

Les étoiles variables offrent un champ d'action particulièrement fructueux, et l'on s'étonne que l'auteur, si documenté en tout, ait oublié de signaler l'œuvre si féconde de M. Luizet, de Lyon.

Les étoiles temporaires ont toujours très vivement excité la curiosité ; là encore les amateurs ont pris la meilleure part des observations.

« La tendance à l'association existe aussi bien dans la nature que parmi les êtres vivants », et le chapitre XI, consacré aux « systèmes d'étoiles et nébuleuses », initie le lecteur aux connaissances acquises sur les étoiles doubles, multiples, les nébuleuses, la Voie lactée et les curiosités sidérales.

« Quelle que soit la lunette employée, on trouve toujours dans le ciel deux étoiles qui paraissent voisines. »

Elles peuvent être indépendantes ou associées physiquement. Ce sont ces dernières que l'on envisage seules sous le nom d'étoiles doubles. Les couples réels ne peuvent être mis en évidence qu'à l'aide de mesures micrométriques délicates et prolongées. Ces observations difficiles ont illustré les noms des astronomes Struve père et fils, Barnard, Burnham, etc.

Les étoiles triples, quadruples et multiples sont également nombreuses, et on passe de là aux amas renfermant « un nombre d'astres s'élevant à des centaines et à des milliers ». Cette étude conduit aux nébuleuses, et alors se pose la question de différence entre amas et nébuleuse. Les progrès de l'optique ne manqueront pas de modifier nos idées à cet égard. Ce domaine touche de très près à la cosmogonie ou à l'évolution de la matière cosmique, traitée au chapitre XII qui termine l'ouvrage.

« On est généralement d'accord pour admettre qu'une nébuleuse a été le berceau du Soleil » ; ensuite les opinions diffèrent sensiblement, depuis Laplace, dont l'hypothèse a recueilli le plus d'adhésions, jusqu'aux dernières conceptions de N. Lockyer, Belot, S. Arrhénius, Sée, etc... La suite logique de l'évolution de la matière cosmique amène à cette question énigmatique, la Vie dans l'Univers, traitée plutôt affirmativement par tous les philosophes astronomes, de Fontenelle à Flammarion.

« Rien ne nous autorise à réserver à notre corpuscule personnel le monopole de l'habitabilité. Nous concluons donc, dit M. Moye, sans aucun développement littéraire ou philosophique, mais très fermement parce que *très scientifiquement*, en faveur de la doctrine de l'Universalité de la Vie.

Vulgariser l'astronomie, après les œuvres si connues d'Arago, Delauney, Flammarion, pour ne citer que les plus célèbres, est une entreprise délicate; nous dirons plus : c'est une entreprise courageuse et pleine d'abnégation lorsque l'ouvrage fait partie d'une collection telle que l'*Encyclopédie Scientifique* du Dr Toulouse touchant à toutes les branches du savoir humain. Si nous restons dans le domaine propre de l'Astronomie, nous voyons que ses diverses matières y sont réparties sous 29 rubriques, avec l'ouvrage ci-dessus comme introduction préliminaire ou vue d'ensemble. M. Moye était donc obligé de limiter les développements destinés à former des volumes distincts, par exemple, sur la Terre, le Soleil, les Planètes, les Comètes, la Cosmogonie, etc.

Dans un cadre restreint, « l'Astronomie » devait se suffire à elle-même et être assez attrayante pour inviter le lecteur à prendre contact avec les volumes ultérieurs. On comprend ainsi les réserves maintes fois exprimées par l'auteur, mais on peut l'assurer que sa tâche a été parfaitement et complètement remplie. Il nous reste à exprimer sincèrement le regret que les Directeurs de l'Encyclopédie n'aient point autorisé une illustration plus variée, plus fantaisiste même, décuplant l'intérêt d'une Astronomie descriptive. Cette remarque se justifie et s'impose même à l'esprit lorsque l'on compare l'unique et sévère volume de M. Moye aux deux volumes

de M. Boquet, si bien illustrés, imprimés luxueusement et où tout concourt, malgré la technicité du sujet, à la séduction du lecteur. Nous attendons une nouvelle édition où l'on accordera les coudées franches à M. Moye.

A. Lebeuf,
Correspondant de l'Institut,
Directeur de l'Observatoire de Besançon.

2° Sciences physiques

Schulz (E.). — **Les maladies des machines électriques** : *Défauts et accidents qui peuvent se produire dans les génératrices, moteurs et transformateurs à courants continus et à courants alternatifs.* - 2e *éd. Traduit par M. Halphen.* 1 *vol. in*-16 *de* 92 *pages.* (Prix : 2 *fr.* 50.) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

Parmi les soucis que la surveillance d'une exploitation apporte à l'industriel, il n'en est pas de plus graves que ceux qui se rapportent au fonctionnement du matériel électrique. Il n'est pas nécessaire d'avoir à diriger un grand secteur pour éprouver combien est délicate la conduite de nos générateurs électriques; la plus petite usine, l'atelier le plus modeste ne sont pas à l'abri de ces inconvénients.

Que ce soit la dynamo qui refuse de s'amorcer ou son collecteur qui s'auréole d'une couronne de flammes; que ce soit un alternateur ou un transformateur qui chauffent; qu'un moteur refuse de tourner... le mécanicien ou l'électricien devra se livrer à des recherches et à des déductions assez délicates, pour déterminer l'origine du défaut constaté.

C'est dans cette recherche que le petit livre de MM. Schulz et Halphen va nous guider; sous un format réduit, les auteurs ont résumé les observations qu'une longue pratique leur a suggérées, en les classant en plusieurs chapitres se rapportant aux machines à courant continu, aux alternateurs, aux transformateurs, aux moteurs, etc...

Les causes principales des incidents de fonctionnement, les accidents de machines, les « maladies » des machines, comme les ont désignées les auteurs, sont non seulement résumées, mais le diagnostic qui les fait reconnaître l'est aussi avec soin; enfin, les remèdes à apporter à chaque cas déterminé sont précisés sous la forme des réparations à exécuter.

« Entretien, avaries et réparations des machines électriques », tel pourrait être le titre de cet ouvrage. Bien conçu, écrit dans un langage sobre, qui n'exclut pas la précision, ce petit ouvrage a déjà rendu et rendra encore de nombreux services à tous ceux — mécaniciens ou électriciens — qui assument la charge de surveiller le matériel électrique.

L. Zacon,
Membre de la Commission
des Distributions d'Energie électrique.

Erdmann (H.), *Directeur de l'Institut de Chimie minérale de la Technische Hochschule de Berlin.* — **Traité de Chimie Minérale,** *t.* II, *traduit sur la* 5e *édition allemande, par* A. Corvisy, *professeur agrégé au Lycée Gay-Lussac.* — 1 *vol. de* 330 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Librairie Scientifique A. Hermann et fils,* 6, *rue de la Sorbonne. Paris,* 1914.

Dans le second volume de son *Traité de Chimie Minérale*, Erdmann a divisé l'étude des métaux en sept groupes, réunissant ensemble ceux qui possèdent les affinités analogues et souvent la même valence. Chaque groupe fait d'abord l'objet d'un exposé général des propriétés communes. Vient ensuite l'étude particulière de chaque métal. Elle comprend : 1° l'origine et la nature des minerais qui le fournissent; c'est une description très complète où le lecteur trouvera des renseignements précis et importants au point de vue minéralogique; 2° l'exposé des méthodes de préparation ou d'obtention, et c'est surtout au développement des procédés industriels que l'auteur a donné le plus de soin ; 3° les propriétés des métaux et la préparation des nombreux sels qui se rattachent à chacun d'eux constituent une partie importante de ce livre. Il faut dire cependant que ce *Traité de Chimie Minérale* ne présente pas le caractère d'un livre complet, car bien des faits importants y font complètement défaut. S'il est utile de donner un aperçu assez étendu des procédés industriels, qui permettent de montrer à l'élève ce que peut réaliser la grande industrie, il existe des travaux classiques d'un puissant intérêt qu'il importe de connaître et qui ne doivent pas être omis dans un traité de Chimie. C'est ainsi, par exemple, que les belles recherches d'Hackspill sur la préparation des métaux alcalins purs par réduction des chlorures à l'aide du calcium n'y sont pas signalées. Les importantes recherches de Güntz sur l'obtention du strontium et du baryum méritaient une description plus étendue en raison de la méthode élégante employée. Rien, dans le livre, n'indique les difficultés que ce savant a eu à surmonter. Les travaux de Rengade ont jeté un jour nouveau sur les oxydes alcalins, mal connus jusque-là, et l'auteur ne les mentionne pas. Les métaux ammoniums, les amidures alcalins, qui ont permis d'effectuer, dans ces dernières années, un très grand nombre de synthèses chimiques, auraient dû être traités d'une manière complète. Les complexes métalliques ont fait l'objet de nombreux travaux de la part de Blomstrand, Jörgensen, Werner. Ils ont conduit ce dernier savant à développer l'admirable théorie de l'octaèdre, qui a permis de donner une explication rationnelle de la constitution des nombreux composés, qui paraissaient n'avoir aucun lien entre eux. Ils ne sont pas signalés dans ce livre. Malgré ces lacunes, faciles à réparer dans une nouvelle édition, il est juste de reconnaître qu'il y a, dans le traité d'Erdmann, un très grand nombre de faits nouveaux et de descriptions qui ne sont généralement pas mentionnés dans d'autres livres plus importants. En particulier, l'étude des flammes colorées et des spectres métalliques, celles du radium et des terres rares constituent des chapitres remarquables qui seront lus avec intérêt. Il en est de même des notions fondamentales de métallurgie, de la préparation du carbure de calcium, etc., qui sont traitées avec un soin tout particulier. A ce titre, le livre d'Erdmann peut être recommandé à tous ceux qui désirent se perfectionner dans l'étude de la Chimie minérale.

A. Mailhe,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences
de Toulouse.

Kempf (R.), *Assistant au Laboratoire d'Essai des matériaux à Berlin-Lichterfelde.* — **Tabelle der wichtigsten organischen Verbindungen geordnet nach Schmelzpunkten** (Table des combinaisons organiques les plus importantes, classées d'après leur point de fusion). — 1 *vol. in*-8° *de* xii-250 *pages.* (*Prix cart.* : 11 *fr.*) *F. Vieweg und Sohn, Braunschweig,* 1913.

La table de M. Kempf renferme environ 2.500 combinaisons organiques usuelles, classées d'après leur point de fusion croissant. Outre cette constante et le nom commun, la table indique, pour chaque substance, la couleur, le point d'ébullition, la formule de constitution abrégée et la littérature la plus importante sur le sujet.

Le principe de classification de M. Kempf s'écarte de celui jusqu'alors employé dans la construction des tables, en ce qu'il se base non sur la composition chimique, mais sur une constante physique, l'une des plus importantes, il est vrai. D'après l'auteur, sa table doit permettre une orientation rapide et sans peine parmi les substances qu'on peut avoir à examiner et dont on ne dispose pas toujours d'une quantité suffisante pour l'analyse. Il arrivera sans doute bien souvent qu'à un point de fusion déterminé correspondront plusieurs substances différentes, mais alors les autres

caractères donnés dans la table permettront de faire rapidement un choix entre elles.

Un écueil se présentait dans la rédaction de ces tables : c'est que beaucoup de points de fusion ne sont pas connus avec une exactitude suffisante, par suite de la mauvaise habitude des auteurs — contre laquelle protestent depuis longtemps plusieurs maîtres de la Chimie — de donner des points de fusion sans indiquer la correction relative à la tige du thermomètre. Il en résulte qu'on trouve souvent dans la littérature plusieurs valeurs différentes du point de fusion d'une même substance. M. Kempf s'est adressé aux meilleures sources et a fait un choix critique de la valeur la plus digne de confiance; lorsqu'il lui a été impossible de porter un jugement sur des chiffres contradictoires, il a enregistré la même combinaison sous plusieurs points de fusion différents, en ayant soin de toujours renvoyer de l'un à l'autre.

Ainsi conçue, la table de M. Kempf ne peut manquer de rendre des services dans les laboratoires pour l'identification rapide d'un grand nombre de substances.

L. Brunet.

3° Sciences naturelles

Chalon (Paul-F.), *Ingénieur des Mines.* — **Eaux souterraines. Recherche, captage et purification.** *Troisième édition.* — 1 *vol. in-16 de* 442 *pages avec* 86 *figures.* (*Prix cart.* : 10 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1913.

M. P.-F. Chalon vient de publier la troisième édition de son petit ouvrage traitant des eaux souterraines.

Cette science hydrologique s'est enrichie ces temps derniers de résultats nouveaux et intéressants, que M. Chalon a soigneusement consignés dans son livre. Le lecteur pourra donc connaître dans ses grandes lignes l'état actuel de la science hydrologique. A ce point de vue, le livre de M. Chalon sera très utile à tous les techniciens qui n'ont besoin que de notions élémentaires sur cette science.

Un petit reproche à faire à l'auteur est de ne pas discuter suffisamment ses références. Il rapporte certaines pratiques hydrologiques qui ont été abandonnées, comme par exemple l'emploi de faibles quantités de fluorescéine dans les expériences de direction. Autre part, il est dit que la fluorescéine diffuse beaucoup dans le sol; c'était une opinion toute théorique, émise, entre autres, par M. Pochet, mais que la pratique n'a pas vérifiée. Enfin il faudrait faire quelques réserves sur l'efficacité du filtre Maignen indiqué à la page 366.

Toutes ces critiques de détail n'enlèvent rien à la valeur du livre de M. P.-F. Chalon, qui est d'une lecture très facile et très attrayante.

Bien présenté par la maison Béranger, cet ouvrage ne tardera pas à atteindre sa quatrième édition. A ce moment, il sera facile à l'auteur d'y apporter les quelques corrections qu'on lui signale.

F. Dienert,
Chef du Service de surveillance des Eaux de Paris.

Piéron (Henri), *Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne.* — **Le Problème physiologique du Sommeil.** — 1 *vol. in* 8° *de* 520 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1913.

Cet ouvrage a servi à l'auteur de Thèse pour le Doctorat ès Sciences; mais il n'est pas du tout coupé sur le patron ordinaire des Thèses. C'est bien plutôt un très grand article de Dictionnaire, ou, si l'on veut, un *Traité*, un exposé systématique et critique des connaissances actuelles sur la physiologie du Sommeil. Du moins, pour la forme d'exposition; il faut ajouter tout de suite que la contribution personnelle de l'auteur à ces connaissances est considérable, et que ses recherches de laboratoire nous ont révélé dans ce domaine un ensemble de faits nouveaux, comme le savent les physiologistes. Travail original en même temps que mise au point érudite, le livre de M. Piéron présente double mérite et double intérêt.

Mais il faut noter que le point de vue psychologique est absolument laissé de côté; l'auteur veut regarder du dehors l'animal qui dort; pas une fois dans ce livre on ne trouve mentionnée la perte de conscience qui est assurément la donnée fondamentale de la notion vulgaire du sommeil. M. Piéron a pris l'horreur, semble-t-il, des spéculations trop faciles qui se sont maintes fois abritées sous l'étiquette de *psychologie*; il lui faut des faits.

Or, ce problème physiologique du sommeil a suscité beaucoup de recherches et révélé de nombreux faits, mais en marge de la question essentielle. C'est ce que M. Piéron appelle les *concomitants* du sommeil; il passe en revue l'abondante bibliographie des variations d'activité circulatoire, respiratoire, digestive, sécrétoire, thermique, et sensori-motrice (ces dernières, qui affectent le mécanisme nerveux dit *de relation*, étant plus directement intéressantes). L'étude de ces concomitants, après une discussion pour laquelle il a parfois refait des expériences de contrôle, amène M. Piéron à établir, en résumé de sa première partie, le tableau des caractéristiques du sommeil. (Dans son introduction, qui forme un chapitre intéressant, il a examiné, par ces signes extérieurs, quelle est l'extension du sommeil dans la série animale.)

Il faut distinguer du sommeil proprement dit certains états analogues : le coma, la léthargie, la narcose, l'hypnose, etc., et même distinguer le sommeil hibernal du sommeil quotidien; c'est à quoi est consacrée la seconde partie.

Puis on aborde le problème lui-même.

Voici comment M. Piéron a résumé ailleurs l'idée directrice de ses recherches.

« Etudier des états de sommeil qu'on puisse facilement observer ou même produire à son gré ne peut aucunement fournir d'indications sur le mécanisme réel du sommeil naturel, puisque le « syndrome » sommeil, l'interruption des relations sensori-motrices avec son milieu, peut résulter, par convergence, de l'action de nombreux facteurs différents.

« Examiner le sommeil, au cours de la phase hypnique, cela permet de déterminer les concomitants habituels et les conséquences de cet état, mais nullement d'en trouver les causes, les facteurs.

« C'est bien plutôt au moment où se manifeste le besoin de sommeil qu'on a chance de découvrir la cause efficace, en train d'agir et de produire son effet.

« Et pour rendre plus facile la découverte de cette cause, il fallait la rendre plus apparente, la grossir, si possible. »

Et c'est ainsi que M. Piéron a été amené à étudier les effets de l'insomnie prolongée, de la veille imposée à des animaux jusqu'au point où le besoin de dormir devient « impératif ».

Et c'est ainsi qu'il a, dans de nombreuses expériences échelonnées sur plusieurs années[1], découvert une série de faits tout à fait nouveaux :

1° Quand le sommeil devient irrésistible, on trouve des lésions cellulaires dans l'écorce cérébrale, lésions localisées dans la région frontale; ces lésions disparaissent si l'animal peut s'abandonner assez longtemps au sommeil. On ne trouve pas le même résultat par la fatigue, suite d'un exercice musculaire poussé même à l'extrême limite (par exemple, cerf forcé à la chasse).

2° Il apparaît dans les humeurs, dans le sang, plus particulièrement dans le liquide céphalorachidien, une propriété toxique spéciale; injectées à des chiens normaux, ces humeurs provoquent immédiatement chez ceux-ci un besoin de sommeil intense.

[1] Une grande partie de ces expériences ont été faites en collaboration avec M. René Legendre.

3° Il y a une relation étroite entre la modification des tumeurs et les lésions cellulaires; en effet, l'injection de sérum ou de liquide céphalo-rachidien prélevés sur des chiens privés de sommeil, injection pratiquée dans le 4e ventricule (après soustraction d'une quantité équivalente du liquide céphalo-rachidien pour éviter les phénomènes de compression), provoque chez les chiens neufs, parallèlement au besoin de sommeil, les lésions caractéristiques de la zone frontale, avec extension parfois à d'autres régions.

La propriété *hypnotoxique* des humeurs des chiens insomniques est détruite rapidement par les chauffages à 65°, lentement par l'oxygène à la température ordinaire; elle suit les substances qui ne dialysent pas, précipitent par l'alcool et se redissolvent dans l'eau distillée.

Ce sont là d'incontestables résultats expérimentaux; les protocoles des recherches sont nets. S'il en était besoin, ayant assisté à quelques-unes de ces expériences, je pourrais porter témoignage sur la somnolence bien caractérisée qui se manifeste aussitôt après injection de l'*hypnotoxine* de MM. Piéron et Legendre.

Ce sont aussi des résultats bien neufs et même imprévus. Reste à savoir quelle lumière ils nous donnent sur le sommeil.

Dans la quatrième partie de son livre, M. Piéron passe en revue les « Théories du sommeil » émises avant lui; il en examine plus de soixante. En somme, toutes les conceptions imaginables ont eu leurs partisans; l'hypothèse d'une intoxication comme base du sommeil a été soutenue comme les autres, sans que jamais on ait pu rien démontrer, sinon l'action narcotique de certaines substances : acide lactique, cholestérine, acide carbonique, etc., démonstration à côté. Les recherches de M. Piéron démontrent et analysent une intoxication dans l'insomnie.

Expliquent-elles le sommeil? Au premier abord, il semble que non. Et d'abord, il faut distinguer les deux sens : avoir sommeil et être en état de sommeil, puisque le même mot désigne deux choses aussi distinctes que la faim et le repas. C'est la première signification, le besoin, que concernent les faits de M. Piéron. Mais encore faut-il, pour qu'on trouve, et la toxicité des humeurs, et les lésions cellulaires, que le besoin soit très intense, irrésistible, résultant d'une insomnie prolongée. De sorte qu'on a reproché à M. Piéron d'avoir étudié l'insomnie et non le sommeil. On s'endort bien avant que de tels phénomènes apparaissent.

Mais on mange avant d'être amaigri par l'inanition, on ne se laisse pas asphyxier entre deux mouvements respiratoires. Il s'agit d'une loi générale, que M. Piéron lui-même a formulée par avance dès 1907, à propos de ces curieux mouvements par lesquels les animaux littoraux, soustraits à l'action de la marée, continuent à changer d'habitus deux fois par jour, comme s'ils étaient encore alternativement émergés et submergés; il montrait que, de toutes parts, on trouve une telle adaptation biologique, à laquelle il a donné le nom d'*anticipation rythmique*. Le sommeil de chaque nuit est un cas particulier d'anticipation rythmique.

Il reste assurément bien des lacunes dans notre connaissance physiologique du sommeil, et M. Piéron, loin de les dissimuler, a pris la peine de les mettre en lumière. Mais cette question difficile doit à M. Piéron le progrès le plus substantiel qu'elle ait jamais réalisé.

Louis Lapicque,
Professeur de Physiologie générale au Muséum.

4° Sciences médicales

Ehrlich (Paul). — **Abhandlungen ueber Salvarsan. Band III.** (Communications sur le Salvarsan. troisième volume). — 1 *vol. in-8° de* 584 *p. avec* 49 *fig.* (*Prix* : 12 *fr.* 50.) *Lehmann, éditeur. Munich*, 1913.

Nous avons déjà analysé ici même les volumes dans lesquels Ehrlich a rassemblé les travaux les plus importants consacrés en 1910 et en 1911 au salvarsan.

Le volume actuel renferme les travaux de 1912, parus pour la plupart dans le *Münchener medizinische Wochenschrift*, accompagnés d'une préface et d'un résumé d'Ehrlich.

Il ne comprend pas moins de 584 pages, avec deux tableaux et 49 figures, et contient 70 travaux, sans compter la préface et les commentaires d'Ehrlich.

Ces travaux sont groupés en neuf chapitres consacrés à la technique, au rôle de l'altération de l'eau, de la teneur en chlorure de sodium (4); aux résultats obtenus dans l'armée et la marine (5); au traitement abortif (4); aux réinfections après traitement (1); aux modifications du liquide céphalo-rachidien, neurorécidives, traitement de la syphilis du système nerveux (13); aux accidents et décès après injections (10); au traitement de maladies non syphilitiques (12); au salvarsan dans la pathologie exotique (4); au néosalvarsan (17).

On comprend qu'il nous soit impossible de donner une analyse étendue d'un recueil aussi complexe.

Nous ferons surtout ressortir avec Ehrlich les nouveaux arguments établissant que les manifestations nerveuses relevées chez les sujets injectés ne sont pas imputables à ces injections, mais sont l'expression d'une altération directement imputable à la syphilis. La lymphocytose rachidienne préexiste à l'injection. Elle est souvent diminuée du fait des injections. Cette thèse, soutenue dès le début par Ehrlich et Bennario, reçoit une confirmation bien précieuse du fait de la constatation de Nichols et Hough. Ces auteurs ont en effet réussi à transmettre au lapin la syphilis, par inoculation, dans le testicule, de liquide céphalo-rachidien obtenu par ponction lombaire d'un sujet dont la syphilis remontait à neuf mois. Les analyses d'Ullmann, de Bornstein, de Morel et Mouriquand montrent que les centres nerveux des lapins, après administration répétée de salvarsan, recèlent beaucoup moins d'arsénic que les autres organes; celles de Doinikow, que l'examen histologique des centres nerveux des mêmes animaux ne révèle aucune altération. Ces constatations sont inconciliables avec la thèse d'un neurotropisme du salvarsan, thèse qu'Ehrlich a toujours repoussée.

Les décès relevés après administration du salvarsan auraient été plus souvent évités si l'on avait pris des précautions élémentaires, si l'on avait pris souci de la perméabilité rénale, tenu compte de la contre-indication résultant d'infections graves coïncidentes et évité l'usage de doses trop fortes.

Ehrlich s'étend ensuite sur le néosalvarsan, qui présente l'avantage d'une solubilité beaucoup plus rapide, qui ne nécessite pas l'addition d'alcalins, et est moins toxique. Ce médicament nouveau n'a été introduit dans la thérapeutique qu'après une longue étude expérimentale établissant sa moindre toxicité, et son action manifeste à doses moins fortes que le salvarsan. Le néosalvarsan a, d'autre part, l'inconvénient de s'oxyder promptement et de former alors des composés plus toxiques. Aussi maints auteurs préfèrent-ils continuer à faire usage du salvarsan. On ne saurait toutefois, comme l'ont fait Uhlenhuth et Finger, contester l'action trypanocide du néosalvarsan. Les expériences *in vitro* de Castelli et d'Ehrlich montrent que les spirilles mis au contact du néosalvarsan incorporent le produit et perdent le pouvoir infectieux. Le néosalvarsan doit être employé à doses variant de 0,3 à 0,9. Il sera préféré au salvarsan dans les cas où l'on craindra une action trop brusque.

Ehrlich se montre toujours partisan de l'association du traitement mercuriel au salvarsan; cette association permet de réaliser dans un très grand nombre de cas la cure définitive.

Dr A. Netter,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Décembre 1913.

M. **de Grossouvre** est élu correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Demoulin** : Résolution d'un problème de Calcul intégral. — M. **L. Lichtenstein** : Intégration de l'équation $\Delta_2 u = ke^u$ sur une surface fermée. — M. **G. Giraud** : Sur un groupe de transformations birationnelles. — M. **Alfred Rosenblatt** : Sur les invariants des variétés algébriques à trois dimensions. — M. **Jules Drach** : Sur les intégrales communes à plusieurs problèmes de Mécanique. — M. **F. Ollive** montre que, si l'on appelle R' la moyenne distance d'un satellite à la planète autour de laquelle il gravite, v' sa vitesse de translation autour de cette même planète, R la moyenne distance de la planète au Soleil et r son rayon moyen, on a : $r^3 = kRR'v'^2$, où $k = 10^{-8}.4,313$. — M. **Luc Picart** donne un procédé de calcul d'une orbite circulaire à l'aide d'une seule détermination photographique. — M. **E. Esclangon** adresse ses observations de la comète Delavau faites à l'Observatoire de Bordeaux.

2° Sciences physiques. — MM. **A. Cotton, H. Mouton** et **P. Drapier**, poursuivant leurs recherches sur les propriétés électro- et magnéto-optiques des liqueurs mixtes, montrent que les écarts avec la loi d'additivité sont d'autant plus marqués que les particules sont plus grosses. — MM. **J. Pougnet, Em.** et **J. Segol** ont constaté que les rayons de courtes longueurs d'ondes diminuent progressivement la f.é.m. d'une pile de Weston. Lorsqu'on arrête leur action, la f.é.m. remonte lentement jusqu'à sa valeur primitive. Cette action semble être un effet polarisant. — M. **G. Friedel** montre que les seules symétries que peut révéler la diffraction des rayons Rœntgen dans les cristaux sont les holoédries et les parahémiédries. — M. **P. Gaubert** a reconnu que les matières étrangères dissoutes dans l'eau-mère et passant régulièrement dans le cristal en voie d'accroissement peuvent non seulement modifier le facies de ce dernier, mais aussi provoquer la formation de mâcles, ce qui semble expliquer la fréquence des cristaux mâclés suivant la même loi dans un même gisement de minéraux. — M. **A. Recoura** a observé que le fluosilicate chromique $(SiF^4)^3Cr^2F^6$ existe, quoique d'une façon éphémère, en dissolution. Il se transforme spontanément, mais lentement, en fluosilicate fluopentaquochromique $SiF^6[CrF.5H^2O]$, sel complexe vert. — MM. **F. Bourion** et **A. Sénéchal** montrent que le dosage du Cr par oxydation en milieu alcalin donne des résultats très exacts quand Cr est seul ou accompagné de Fe. La destruction de H^2O^2 en excès est grandement facilitée par la présence du sulfate de soude. La méthode est en défaut en présence de Ni, Co et Mn. — MM. **P. Sabatier** et **M. Murat**, en faisant réagir l'eau sur l'organomagnésien $(C^6H^5)^2CH.OMgBr$, ont obtenu très peu de benzhydrol attendu, mais de la benzophénone, du diphénylméthane et surtout du tétraphényléthane symétrique, F. 211°. Il semble y avoir déshydrogénation du benzhydrol naissant en benzophénone, l'H naissant se portant sur cette dernière pour l'hydrogéner en diphénylméthane et tétraphényléthane. Les métaux divisés produisent le même effet sur le benzhydrol. — MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, en joignant à la déminéralisation l'extraction des principes gras et lipoïdes, sont parvenus à séparer les protéines du sérum ou du plasma en deux groupes, différant nettement par leur caractère de solubilité dans l'eau pure.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. Vallot** et **R. Bayeux** ont observé qu'un écureuil, qui donnait par jour une moyenne de 6.700 tours de roue à Chamonix, n'en donnait plus que 724 au sommet du Mont-Blanc. Redescendu, il retrouva sa vigueur à tel point que, quelques jours après, il produisait un travail aussi considérable qu'avant son ascension. — M. **L. Roule** a reconnu que les saumons qui remontent l'Ellé au printemps et en été appartiennent à deux catégories : petits mâles et femelles déjà fortes. Malgré leur dissemblance de sexe et d'âge, ils présentent tous deux des organes sexuels en voie d'élaboration. Il est par conséquent une influence directrice réglant, même en dehors de la période de ponte, la pénétration et la montée des saumons dans les rivières. — M. **L. Blaringhem** a vu naître des pustules de rouille sur de jeunes plantules de rose trémière provenant de graines stérilisées extérieurement et cultivées en tubes stériles contenant une solution de Knop additionnée de glucose ou de saccharose. — M. **C. Sauvageau** donne la description des Fucacées qu'il a récoltées dans le détroit de Gibraltar. — M. **A. Trillat** montre que l'entraînement dans l'air de certains microbes en suspension dans l'eau exige une intervention mécanique provoquant une pulvérisation sur un point de la surface de ce liquide. La formation de vésicules humides favorables au transport lointain des microbes dépend surtout de la tension superficielle du liquide. — M. **L. Mengaud** a reconnu que les formations marneuses de Reocin, dans la province de Santander, qui sont à la base des dolomies minéralisées, se classent dans le Bedoulien. — M. **G.-J. Painvin** a constaté, d'après des déterminations de fossiles, la présence des étages suivants dans la région de hauts-plateaux située au nord de Bou-Denib (confins algéro-marocains) : Cénomanien, Aalénien, Toarcien supérieur, Toarcien inférieur et Lias moyen. — M. **R. Fourtau** a déterminé la faune échinitique des plages soulevées de la Mer Rouge. Elle comprend 31 espèces qui toutes, sauf une, vivent encore dans le bassin indo-pacifique; 22 ont persisté dans la Mer Rouge actuelle ou sont spéciales à cette mer. — M. **G. Valsan** montre que la zone inondable du Danube (Balta), avant d'occuper son emplacement actuel, s'est déplacée en trois étapes marquées par la dépression Nord-Sud du Baragan, la terrasse de Braïla avec la vallée sèche de Ianca, et enfin la plaine du Bas-Siret. Ce déplacement a été probablement déterminé par une accentuation progressive de l'affaissement.

Séance du 5 Janvier 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Platrier** : Sur une propriété caractéristique des surfaces à courbure totale négative constante. — M. **E. Goursat** : Sur certaines extensions de la formule de Stokes. — M. **Em. Borel** : Sur quelques problèmes de probabilités géométriques et les hypothèses de discontinuité. — M. **Coggia** présente ses observations de la comète 1913 *f* (Delavau), faites à l'Observatoire de Marseille. — M. **L. Lecornu** signale un projet de « Monument de l'Heure » destiné à être érigé à Villiers-sur-Mer, point où le méridien de Greenwich aborde les côtes de France.

2° Sciences physiques. — M. **A. Angot** fait connaître la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier 1914. La variation séculaire de la déclinaison a atteint en 1913 sa plus grande valeur (9',83) depuis trente ans. — M. **P. Weiss**, en admettant l'identité du champ moléculaire et de

l'action magnétisante de Maurain et en faisant diverses autres hypothèses, trouve, au degré d'approximation grossier des données numériques, la même loi de variation avec la distance que celle qui a été déduite de la seule considération du champ moléculaire dans les alliages. — M. **P. Pascal** a déterminé le coefficient d'aimantation atomique des métaux alcalins d'après les coefficients d'aimantation moléculaires de leurs sels. Li et Na sont beaucoup moins diamagnétiques que les autres métaux de la série. — M. **L. Gay** montre que la constance des rapports V_c/b et $R\theta/\pi b$ permet de déterminer *a priori*, et avec une exactitude assez grande, les constantes critiques des corps non fortement polymérisés. — M. **J. Taffanel** donne une expression permettant d'évaluer l'ordre de grandeur des vitesses de réaction des mélanges gazeux combustibles en fonction de la température de réaction. — MM. **M. Boll** et **V. Henri** montrent que l'oxygène n'a pas d'influence retardatrice sur certaines réactions photochimiques, ce qui est contraire à la théorie de Bodenstein. — M. **R. de Forcrand** a préparé le sulfate ferreux anhydre et ses mono-, tétra- et hepta-hydrates et déterminé la chaleur de formation de ces derniers. Il se dégage la même quantité de chaleur dans le passage du monohydrate au tétrahydrate que dans le passage du tétrahydrate à l'heptahydrate. — M. **M. Veres**, en chauffant ensemble du sulfate d'Am et du sulfate de Cd, a obtenu vers 300° un dépôt dense de cristaux microscopiques du sulfate double $2\,CdSO^4.\,Am^2SO^4$. Il est très soluble dans l'eau et la solution donne par évaporation $CdSO^4.\,Am^2SO^4.\,6H^2O$. — MM. **A. Bouzat** et **Ed. Chauvenet** ont déterminé la chaleur de formation de $CuCl^2.\,2AzH^4Cl$ (-1,4 cal.) et de $CuCl^2.\,2AzH^4Cl.\,2H^2O$ (8,6 cal.) — MM. **Em. Bourquelot** et **A. Aubry** ont étudié l'influence du titre alcoolique sur la synthèse biochimique de l'éthylglucoside-α et du propylglucoside-α. La proportion de glucose combiné est d'autant plus grande que le titre alcoolique est plus élevé, jusqu'à une limite où la glucosidase est détruite par les liquides plus riches en alcool. — M. **H. Bierry** et Mlle **H. Fandard** ont reconnu que le sucre réducteur qui prend naissance par hydrolyse du sérum sanguin est du glucose, mélangé peut-être d'un peu de glucosamine, mais en proportion inférieure à 10 °/₀. — M. **Ch. Dhéré** a enregistré photographiquement les spectres de fluorescence des pigments chlorophylliens: chlorophylles α et β, carotine et xanthophylles. — M. **Ch. Lepierre** critique les expériences de MM. Coupin et Javillier sur le rôle du zinc dans la croissance de l'*Aspergillus niger*.

3° Sciences naturelles. — M. **Et. Rabaud** a étudié expérimentalement l'instinct de la chenille de *Myeloïs cribrella*, qui vit à l'intérieur des capitules de chardon pendant sa période de croissance, et passe dans les tiges de la même plante une fois parvenue à l'état de maturité larvaire. Ce passage est provoqué par influence répulsive exercée par la plante nourricière, et ensuite par la lumière. — M. **P. Masson** montre que les cellules entéro-chromaffines de l'intestin chez l'homme constituent une glande diffuse répartie dans tous les points où l'on rencontre de l'épithélium intestinal. L'origine endodermique de cette glande, le renversement de polarité qui la caractérise, en font une formation homologue des îlots pancréatiques de Langerhans. — MM. **M. Kollmann** et **L. Papin** ont reconnu que les cellules du corps muqueux de l'œsophage renferment un chondriome bien développé qui, suivant les espèces, peut présenter des apparences variables, réalisées dans certains cas dans la peau humaine; les filaments de Herxheimer font partie du chondriome. — M. **A. Lécaillon** a observé que, chez le faisan doré comme chez la poule, il se produit dans l'œuf non fécondé un rudiment de développement parthénogénétique. — M. **M. Dubard** montre que le groupe des Mimusopées ne mérite pas l'autonomie qu'on lui a conférée jusqu'ici; il doit être ramené au rang de sous-tribu, à cause de son étroit parallélisme avec les Sidéroxylées. Les caractères dominants sur lesquels on doit baser leur classification sont fournis par l'ovule et par la graine comme chez les Sidéroxylées. — MM. **A. Sartory**, **J. Gratiot** et **F. Thiébaut** préconisent le rajeunissement de la pomme de terre au moyen de la reproduction par graine, en utilisant l'influence exercée par un champignon inférieur sur le développement des tubercules. Les tubercules obtenus ont donné des plantes vigoureuses, indemnes de maladie, qui ont fourni une abondante récolte de tubercules. — M. **J. Magrou** montre que dans les sols pauvres la symbiose de la pomme de terre avec des mycorhizes provenant de *Solanum* sauvages peut exercer une influence décisive sur la formation des tubercules. — M. **F. Garrigou** recommande l'utilisation des nappes phréatiques par les villes bâties sur les terrasses alluviennes des vallées. — M. **Em. Haug** montre que la zone des collines jurassiques de Nans (Var) n'est pas interrompue au défilé de l'Huveaume, comme le croyait Marcel Bertrand. La poussée tangentielle qui leur a donné naissance s'est effectuée du Nord au Sud.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Décembre 1913.

M. **Ch. Champy** communique de nouvelles observations de réapparition de la prolifération dans des organes d'animaux adultes cultivés en dehors de l'organisme, spécialement dans le rein et la thyroïde. — M. **Petzetakis** montre que l'épreuve de l'atropine est positive chez la plupart des malades atteints de bradycardie d'origine nerveuse. En cas de doute, l'épreuve au nitrite d'amyle ou la compression oculaire permettent de compléter le diagnostic. — M. **H. Magne** a reconnu que, dans la polypnée thermique, l'évaporation réfrigérante se produit surtout, peut-être uniquement, dans les voies respiratoires. Mais, comme à ce niveau la muqueuse n'est pas organisée pour se prêter à une transsudation physique rapide, il faut admettre l'activité de l'appareil glandulaire qui fournit le volume d'eau nécessaire. — M. **H. Iscovesco** a étudié les propriétés physiologiques d'un lipoïde (II Bb) extrait du pancréas. Il a une action favorable sur la nutrition générale et produit surtout une excitation considérable du foie. — MM. **Ch. Lesieur** et **L. Magnin** ont isolé de la pulpe vaccinale quatre espèces de levures, dont trois *Torula* et un *Mycoderma*. Aucune ne s'est montrée pathogène pour le cobaye et le lapin, et n'a été retrouvée chez l'enfant vacciné. — M. **P. Bonnier** estime que le caractère de tonalité des sons peut varier du ton le plus pur sans mélange de bruit au bruit le plus pur sans mélange de ton; mais il n'y a pas là une différence de nature. — M. **Ch.-A. François-Franck** présente une série d'images chronophotographiques données par un cœur de congre dont les cavités ont été modérément distendues par une masse de gélatine, et qui mettent en évidence la disposition anatomique spéciale de l'appareil sinu-auriculo-ventriculaire. — M. **Cl. Gautier** montre que la pilocarpine à dose convenable, injectée directement dans le foie, provoque chez la grenouille de la glycosurie brève. En injection dans les sacs dorsaux, des doses plus élevées ne produisent en général aucune glycosurie. — M. **R. Porak** a observé que, après injection intraveineuse de certains extraits hypophysaires, l'écoulement des veines surrénales augmente, et que le pouvoir hypertenseur du sang surrénal est aussi légèrement augmenté. — MM. **L. Le Sourd** et **Ph. Pagniez** ont constaté, entre le chiffre des plaquettes des hypertendus et des hypotendus, une différence qui se rapproche du simple au double. — M. **L. Camus** recommande l'emploi des anesthésiques (les moins solubles dans l'eau et dont le point d'ébullition est plus bas) dans toutes les opérations bactériologiques où une stérilisation ménagée est nécessaire, en particulier dans la préparation des vaccins. — MM. **L. Rénon** et **E. Géraudel** estiment que

toutes les lésions de la tuberculose pulmonaire relèvent d'un seul et même processus : l'inflammation pulmonaire. Dans le poumon, le bacille de Koch réalise simplement des pneumonies avec toutes leurs variétés. — M. P. **Mulon** a reconnu que le corps interrénal antérieur des Téléostéens est dénué de pigment et de lipoïde cholestérique libre dans les cellules. Sous ces deux points de vue, il diffère profondément de la corticale surrénale des autres Vertébrés. — MM. **M. Martini** et **P. Dériberé-Desgardes** ont rencontré un *Penicillium* présentant les caractères morphologiques du *P. glaucum* ordinaire, mais s'en distinguant nettement par la propriété de former un mycélium jaune, qui laisse diffuser dans le milieu de culture un pigment coloré en jaune. — MM. **A. Gilbert, R.-A. Gutmann** et **A. Tzanck** montrent que la percussion des cavités ouvertes produit des sons, variables avec la hauteur de la colonne d'air vibrante. La percussion de cavités fermées produit des bruits sans tonalité appréciable. — M. **A. Lanzenberg** a reconnu que ce que l'on dose sous le nom d'acides aminés par la méthode de Bith n'est qu'un mélange d'Az ammoniacal et d'Az des acides aminés, mélange dont la valeur est d'autant plus élevée que la richesse en AzH^3 du liquide initial est plus grande. — MM. **H. Salin** et **J. Reilly** montrent qu'il est possible, en provoquant expérimentalement une compression médullaire par pachyméningite tuberculeuse, de reproduire le syndrome de dissociation albumino-cytologique du liquide céphalo-rachidien. — MM. **F. Sarvonat** et **Ch. Roubier** ont constaté que l'hyperthyroïdisation du cobaye ne modifie pas sensiblement le phosphore. Par contre, elle produit une décalcification du squelette et une hypercalcification des parties molles. — M. **R. Bayeux** présente un nouveau flacon pour doser O et CO^2 du sang.

M. **H. Piéron** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 10 Janvier 1914.

MM. **F. Sodré** et **G. Stodel** ont reconnu que la peptone de Witte ordinaire ou après extrait alcoolique provoque une sécrétion pancréatique faible, qui n'est en rien comparable à celle qu'on observe après une injection de sécrétine. La peptone de soie et l'ovopapaïne-peptone donnent des résultats analogues. — M. **P. Bonnier** présente quelques considérations sur le problème de la manostatique. — M. **Petzetakis** montre que les deux épreuves de l'atropine et de la compression oculaire produisent très fréquemment de l'automatisme ventriculaire au cours des bradycardies totales. — MM. **G. Laroche** et **Brodin** ont reconnu que les azotémies aiguës, au cours de quelques infections, sont bien dues à une imperméabilité rénale. Elles sont éminemment curables et disparaissent en général sans laisser de traces. — MM. **E. Bardier** et **D. Clermont** ont constaté que les transfusions expérimentales d'une durée de quinze minutes, pratiquées sur le chien avec la canule d'Elsberg, dans les mêmes conditions que chez l'homme, accusent un débit moyen de 35 grammes de sang par minute pour les animaux pesant de 5 à 10 kilogs, et de 70 grammes par minute pour les animaux pesant de 10 à 30 kilogs. — M. **L.-G. Seurat** a examiné une vingtaine d'individus vivants de *Spiroptera leptoptera*, trouvés dans l'estomac d'un épervier d'Algérie. L'étude de cette forme a permis d'en reconnaître les affinités avec les *Habronema*, et d'en faire l'*H. leptoptera*. — MM. **C. Pezzi** et **A. Clerc** confirment que, chez le lapin, la contraction simultanée de l'oreillette et du ventricule s'observe fréquemment au cours du ralentissement provoqué par l'excitation du pneumogastrique. La compression répétée du sillon atrio-ventriculaire favorise la production du phénomène et augmente sa durée; on obtient ainsi un véritable rythme atrio-ventriculaire, d'ailleurs transitoire. — M. **Alb. Berthelot** recommande l'emploi du chlorure d'éthyle pour la stérilisation des cultures microbiennes et la préparation des vaccins bactériens. — M. **Ch. Champy** estime que l'une des causes les plus importantes de la dédifférenciation dans les cultures de tissu en dehors de l'organisme est la suppression de l'influence inhibitrice des autres tissus, car si l'on cultive ensemble deux tissus antagonistes, ils ne se dédifférencient pas. — M. **H. Vincent** signale un nouveau cas de contagion éberthienne de laboratoire, prévenu par la vaccination antityphoïdique par le vaccin polyvalent. — M. **H. Iscovesco** a reconnu que les propriétés spéciales de l'huile de foie de morue sont dues au lécithide qu'elle contient, masse orangée mielleuse, insoluble dans l'acétone, fondant vers 70°. — M. **F. Duhot** montre que la réaction de Wassermann peut s'effectuer avec une minime quantité de sang du doigt. — M. **F. Dévé** a constaté que l'éther détruit la vitalité des scolex échinococciques après un contact de une à trois minutes. Il recommande le large lavage de la cavité abdominale à l'éther lorsqu'on se trouve en présence d'un kyste hydatique rompu dans le péritoine. — MM. **P. Lassablière** et **Ch. Richet** ont observé chez les animaux normaux l'existence d'une leucocytose *a frigore*. — M. **E. Doumer** signale une hydratation des colloïdes organiques sous l'influence de l'électrolyse, en général plus marquée au pôle positif qu'au pôle négatif. — M. **I. Ruelle** présente un thermomètre différentiel à réglage automatique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Décembre 1913.

M. **Mesnager** : *Application de la double réfraction du verre à l'étude de la résistance des matériaux de construction.* On sait que les problèmes d'élasticité à deux dimensions dépendent de deux équations différentielles, indépendantes des coefficients d'élasticité. Les problèmes relatifs aux corps d'épaisseur constante dépendent d'équations analogues. Si donc les conditions aux limites ne consistent qu'en forces données, la répartition des tensions intérieures est indépendante des coefficients d'élasticité, donc de la nature des corps en expérience. On peut d'autre part, en plaçant une pièce de verre recuit, soumise à des efforts, entre un polariseur et un analyseur croisés, déterminer la direction des tensions principales en chaque point. Les points d'extinction sont ceux où elles sont parallèles à un des plans de polarisation. La différence de marche permet d'obtenir la différence des tensions principales. La différence d'épaisseur donne la somme de ces tensions principales; il est inutile de la mesurer sur le bord des pièces, une des tensions principales s'annulant. Cette méthode, complétée parfois par une étude en lumière circulaire, a permis de déterminer la manière dont les tensions se répartissent à partir d'un point pressé dans un feuillet indéfini et d'en retrouver expérimentalement les formules théoriques. On vérifie aisément que, dans un prisme comprimé, les pressions suivent une loi linéaire à une distance du point pressé inférieure à la largeur de la pièce, que dans une pièce fléchie les tensions suivent la loi linéaire établie par de Saint-Venant. Le compensateur de Babinet montre nettement aux yeux cette répartition. On a pu également montrer qu'au bord d'un trou circulaire percé dans une pièce, la tension atteint le triple de la tension moyenne; qu'au fond d'une entaille elle atteint des valeurs bien supérieures à ce que les calculs approximatifs permettent de supposer. On a pu s'en servir pour déterminer la position exacte des réactions d'encastrement des arcs et contrôler leur théorie. Le procédé est bien supérieur aux mesures d'allongement et de raccourcissement entre deux points, qui ne peuvent donner que la moyenne des tensions ou raccourcissements entre ces deux points. Il donne les tensions au point observé lui-même et permet de saisir les maxima. En collant les pièces avec certaines précautions, on peut éviter toute tension intérieure et, par conséquent, avec une dépense faible, étudier des ouvrages compliqués. La méthode a été appliquée au modèle en verre,

construit suivant les règles de la similitude mécanique, d'un grand pont en béton armé dont le calcul, extrêmement laborieux et pénible, avait nécessité quelques hypothèses simplificatrices qui laissaient des doutes sérieux. On a pu déterminer à l'avance l'effet des charges et des changements de température avec une dépense très minime. M. **Tissot** demande quelques renseignements sur la possibilité d'obtenir les pièces de verre dénuées de trempe qui sont nécessaires pour l'application de la méthode. Il signale, en effet, qu'il lui a été impossible d'obtenir des prismes entièrement dénués de trempe. Il résulte de l'échange de vues qui suit cette remarque, que la difficulté dépend énormément de l'épaisseur des pièces. Il est à peu près impossible de trouver des prismes épais de 10 centimètres, mais la difficulté est peu importante pour les plaques de 18 millimètres qu'employait M. Mesnager[1]. — M. **F. Vlès** expose quelques recherches, résultant de diverses collaborations, dans lesquelles l'application de la cinématographie a donné des résultats intéressants. 1. *Cinématographie des cordes vocales chez l'Homme*, par Mlle Chevroton et M. Vlès. Les auteurs ont élaboré une technique qui a permis pour la première fois la reconstitution des mouvements de la glotte par la projection, ainsi que des mesures jusqu'ici complètement inabordables sur la variation des éléments laryngiens pendant la phonation. Les principaux résultats provenant de l'étude microscopique du film sont la détermination de l'ordre de grandeur des limites physiologiques de variation du diamètre des cordes, au passage du repos (inspiration) à la voix de tête ($3^{mm},2$ à $1^{mm},4$ pour le cas étudié : soprano femme), et la mise en évidence de la formation de lignes nodales tout à fait particulières, dans les changements brusques du régime du larynx; ces lignes nodales séparent des ventres d'existence fugitive, dont on peut mesurer le rayon de courbure d'après les images qu'ils fournissent par réflexion, rayon de courbure qui peut atteindre 8 millimètres à 10 millimètres. Ces divers phénomèmes paraissent pouvoir être rattachés à la théorie du « coup de glotte ». 2. *Eclipse de Soleil du 17 avril 1912*, par MM. J. Carvallo et F. Vlès. Ce film, dont la partie centrale a été obtenue sans écran, montre quelques détails de faible éclat, comme la chromosphère, des protubérances, une trace de la couronne, etc.; détails qui ont nécessairement échappé à tous les appareils ayant fonctionné avec un écran sombre. Présentation de quelques résultats relatifs à la forme de la Lune et du Soleil. 3. *Développement embryonnaire de l'Oursin*, par Mlle Chevroton et M. Vlès. Ce film, qui remonte à 1909, montre le développement complet de l'embryon depuis l'œuf vierge jusqu'à l'éclosion de la larve. Ce film a servi de base à de nombreuses recherches sur la physique de la segmentation. 4. *Cinématographie de la marée*. Ce film qui a été exécuté sur les indications de M. le professeur Joubin, par Mlle Chevroton et M. Vlès, montre le phénomène de la marée saisi par la « méthode des prises lentes », pendant une journée entière.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Décembre 1913.

M. M. **Tiffeneau** expose les résultats de ses recherches concernant l'*action du nitrate d'argent sur les α-iodhydrines de glycols* en diverses séries. A côté de la réaction normale, résultant d'un double échange avec formation d'éther nitrique et de IAg, on observe constamment une réaction secondaire, parfois prépondérante, qui consiste dans l'élimination de IH avec formation de IAg (ou mieux de $IAg.AzO^3Ag$) et mise en liberté de AzO^3H; cette réaction s'accompagne, dans certains cas, de rupture de liaisons carbonées avec transposition moléculaire; dans tous les cas, elle conduit à des produits aldéhydiques ou cétoniques possédant leur oxygène à l'endroit où de trouvait l'oxyhydrile alcoolique de l'iodhydrine. En particulier, en série hexahydrocyclique, dans tous les cas où l'iode n'est pas fixé sur un C tertiaire, il y a ouverture de la chaîne cyclique et fermeture sur un carbone différent, avec formation de dérivés du cyclopentane. Cette transposition moléculaire paraît caractéristique de la série hydrocyclique. — MM. **M. Marqueyrol** et **H. Muraour** complètent leur communication de la séance précédente, relative au mécanisme de la réaction à la diphénylamine. En opérant en présence de H^2SO^4 conc., le rendement en diphénylbenzidine baisse considérablement; il faut admettre que, dans ces conditions, le groupe AzH se trouve bloqué et protégé contre l'oxydation. L'attaque de la diphénylamine par les oxydants s'effectue donc tout d'abord sur le groupe AzH. — M. **P. Brenans** : Sur la nitration du *p*-iodacétanilide (voir t. XXIV, p. 948).

Séance du 26 Décembre 1913.

M. M. **Sommelet** a constaté que l'éther chlorométhylique réagit sur les hydrocarbures benzéniques en présence de $SnCl^4$ suivant la réaction : $R.C^6H^5 + CH^3O.CH^2Cl = CH^3OH + R.C^6H^4.CH^2Cl$. Dans tous les cas déjà examinés, la fixation du reste CH^2Cl s'est effectuée en para relativement à une chaîne latérale quand cette position était libre. Les dérivés chlorés se transforment facilement en éthers acétiques quand on les chauffe avec une solution acétique de $CH^3.CO^2K$; la saponification de ces éthers fournit les alcools primaires de la série benzénique. Les mêmes dérivés chlorés se transforment en aldéhydes benzoïques quand on les chauffe avec une solution alcoolique d'hexaméthylène-tétramine. La réaction de condensation précédente n'est pas utilisable pour les éthers-oxydes de phénols si on recourt à $SnCl^4$; mais, en s'adressant à des éthers-sels convenablement choisis des phénols, on peut les transformer en dérivés chlorométhylés par $ClCH^2OCH^3$ à l'aide de $SbCl^5$. — M. **J. Bougault**, en étudiant la préparation de l'acide phénylpyruvique par l'action de H^2SO^4 conc. sur l'éther de l'acide α-cyanophénylpyruvique, a reconnu que H^2SO^4 ne produit pas par lui-même la saponification, comme on serait tenté de le croire; tout au plus transforme-t-il le nitrile en amide, mais il ne détache ni AzH^3, ni OC^2H^5. Il se borne à préparer la saponification, effectuée ensuite par l'eau, par la formation d'une combinaison intermédiaire, dont l'auteur a obtenu des composés avec les alcools éthylique et méthylique. — MM. **A. Kling** et **E. Gelin** décrivent un procédé de séparation et de dosage de la glucine en présence du fer et de l'alumine. Les auteurs transforment le mélange d'oxydes en acétates, qu'ils traitent à 110° par un excès d'acide acétique cristallisable; ils réalisent de cette façon la transformation de l'oxyde de glucinium en acétate complexe d'Urbain et Lacombe, qu'ils séparent par sublimation dans le vide, en présence d'une atmosphère de vapeurs acétiques. Cette méthode a donné aux auteurs de très bons résultats. — MM. **A. Kling**, **D. Florentin** et **V. Genin** montrent que le procédé classique dit « au chlorure de baryum » utilisé pour le dosage de l'alcali libre dans les soudes commerciales et les savons est tout à fait incorrect lorsque ces derniers produits sont mélangés de sels à acides minéraux faibles, tels que les silicates, borates, etc. La substitution de l'eau alcoolique à 50 % à l'eau pure permet de réduire l'erreur à des proportions insignifiantes. — MM. **Gabriel Bertrand** et **H. Agulhon** décrivent une méthode de dosage de quantités extrêmement petites de bore ou d'acide borique, applicable aux matières organiques d'origine animale ou végétale,

[1] Cette difficulté a été surmontée par M. Coker en remplaçant le verre par des nitrocelluloses, avec lesquelles on peut obtenir des pièces homogènes de très grandes dimensions. Voir E. G. Coker : Applications de la lumière polarisée aux problèmes de la distribution de l'effort en mécanique. *Rev. gén. des Sc.* du 30 décembre 1913. (N. D. L. R.).

aux eaux naturelles, etc. Cette méthode est basée sur les longueurs différentes de coloration que prennent des bandelettes de papier de curcuma lorsque, dans des conditions données (en se servant d'un petit appareil construit à cet effet), elles plongent dans des solutions boriquées additionnées d'acide chlorhydrique, le reste de ces bandelettes évaporant à l'air les solutions qui y montent par capillarité. Pour des poids de bore allant du demi-millième au dixième de milligramme, les longueurs colorées sont suffisamment proportionnelles pour que l'on puisse faire de bonnes mesures comparatives avec des solutions titrées. MM. Gabriel Bertrand et H. Agulhon ont reconnu que toute une série de matières colorantes autres que la curcumine donnent aussi une réaction colorée avec l'acide borique.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Novembre 1913.

Sciences physiques. — M. **G.-W. Walker** : *La variation diurne du magnétisme terrestre.* L'auteur a rassemblé les observations de variation diurne du magnétisme terrestre provenant de neuf observatoires. Il les présente sous forme de coefficients de Fourier des termes de vingt-quatre et de douze heures pour les composantes géographiques X, W et verticale. Les résultats sont en faveur des formules de Schuster pour le potentiel magnétique de variation diurne dérivé de la composante W ; mais le potentiel magnétique ainsi déterminé ne donne pas pour la composante X les valeurs numériques observées. Les données sur la force verticale concordent avec la conclusion de Schuster, que la source primaire de variation est d'origine épigénique. — M. **G.-W. Walker** : *Hypothèse sur l'origine de la radiation du corps noir.* L'auteur montre d'abord qu'une formule de forme dynamique peut représenter les données concernant la radiation presque aussi bien que la formule proposée par Planck. Il conclut d'autre part que la radiation est probablement déterminée par l'action combinée d'une particule négative (électron) et d'une particule positive en mouvement orbitaire stationnaire. Les résultats observés peuvent donc s'accorder avec les principes des théories dynamique et électrodynamique. — M. **A.-W. Porter** montre que, si l'existence d'un point d'inversion dans l'effet Joule-Thomson de CO^2 liquide, annoncée par Jenkin et Pye, est réelle, celui-ci doit correspondre à une valeur minimum (ou maximum) de v/T. Il a calculé les rapports v/T d'après le diagramme des volumes spécifiques, et il a trouvé un minimum de ce rapport aux environs de — 24°C. Comme le point d'inversion trouvé expérimentalement est entre —20°7 et — 31°, son existence peut être considérée comme confirmée. — Sir **W. Crookes** : *Préparation de verres pour lunettes préservant l'œil.* L'auteur a étudié l'effet de l'addition de divers oxydes métalliques aux constituants du verre en vue d'intercepter les rayons invisibles de l'extrémité infra-rouge comme de l'extrémité ultra-violette du spectre, sans trop obscurcir la lumière ni modifier les couleurs des objets vus à travers ces verres. Les oxydes des métaux suivants ont été reconnus aptes à donner en partie ces résultats : Ce, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mn, Nd, Ni, Pd et Ur. Par diverses combinaisons, l'auteur est parvenu à préparer des verres qui interceptent 90 % de la radiation calorifique, ou qui sont opaques aux rayons ultra-violets invisibles, ou qui sont suffisamment incolores pour servir de lunettes. Mais il n'a pu encore combiner à un degré suffisant ces trois résultats dans un seul verre. — MM. **A.-W. Porter** et **F.-W. Edridge-Green**, pour répondre aux critiques adressées par Burch à leur précédent mémoire, ont répété toutes leurs expériences sur les images résiduelles négatives avec les couleurs spectrales pures, en prenant les précautions les plus minutieuses pour éviter toute lumière parasite. Les résultats sont restés les mêmes. Une image résiduelle négative d'une couleur approximativement complémentaire est obtenue en l'absence totale de stimuli qui causeraient une telle couleur.

Séance du 20 Novembre 1913.

Sciences naturelles. — M. **A.-F.-S. Kent** : *Structures neuro-musculaires dans le cœur.* L'auteur a trouvé dans le tissu conjonctif situé entre les muscles auriculaire et ventriculaire un type de structure non encore décrit, consistant en un corps allongé présentant des fibres nerveuses au milieu d'un tissu fibreux, abondamment irrigué par le sang. Cette structure a plusieurs points communs avec les faisceaux neuro-musculaires trouvés dans les muscles squelettiques. — MM. **G. Graham** et **E.-P. Poulton** montrent que la présence d'acide acéto-acétique cause une erreur dans la détermination de la créatinine, qui est trop faible. Comme cet acide est éliminé dans la détermination de la somme créatine + créatinine, il ne cause plus d'erreur. Comme le chiffre de la créatinine est trop bas, et que la somme créatine + créatinine est exacte, il semble qu'il y a eu excrétion de créatine. Les auteurs ont donc repris l'étude de l'excrétion de la créatine dans la diète d'hydrates de carbone, en ayant soin d'éliminer l'acide acéto-acétique avant la détermination de la créatinine, et ils ont alors reconnu que l'excrétion de la créatine est nulle. — MM. **J.-A. Gardner** et **P.-E. Lander** : *Origine et destinée du cholestérol dans l'organisme animal.* XI. Les auteurs ont déterminé la teneur en cholestérol de jeunes poulets soumis à différents régimes. Elle paraît dépendre de la teneur en stérol de ces régimes, et rien n'indique que chez l'animal en état de croissance l'organisme soit capable de faire la synthèse du cholestérol. — MM. **W.-E. Ballock** et **W. Cramer** : *Contribution à la biochimie des tumeurs.* Les cellules de différentes races de tumeurs transplantables de la souris et du rat offrent des différences quantitatives et qualitatives dans les divers groupes de substances lipoïdes présentes. Ces différences n'existent pas seulement entre des cellules de tumeurs de tissus différents (entre un sarcome et un carcinome), mais aussi entre deux races différentes de cellules de tumeurs du même tissu (carcinome mammaire à évolution lente ou rapide). Les cellules de tumeurs nécrotiques présentent une grande augmentation de la quantité de lipoïdes totaux. — M. **D.-H. Scott** : *La Medullosa pusilla.* Les *Medullosa* constituent un genre de plantes fossiles, à structure préservée, du Carbonifère et du Permien, connu jusqu'à présent en Angleterre par une seule espèce, la *M. anglica.* L'auteur décrit une nouvelle espèce, *M. pusilla*, trouvée à Colne (Lancs.), très voisine de la première, mais de très petite taille et d'une structure simplifiée.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Novembre 1913.

MM. **A.-G. Green** et **F.-M. Rowe** montrent que, tandis que l'*o*-nitroaniline et la 2:4-dinitroaniline, oxydées par un hypochlorite alcalin, sont transformées en oxydes de benzisooxadiazols, la présence d'un groupe aminé, acétylaminé ou sulfonique en position para occasionne une rupture complète du noyau benzénique. — MM. **A.-G. Green** et **W. Johnson** fournissent de nouveaux arguments en faveur de la formule de Green et Wolff pour le noir d'aniline. — M. **F. Tutin** a trouvé, dans les feuilles de senné (*Cassia angustifolia*), de l'acide salicylique, de la rhéine, du camphérol, de l'aloë-émodine, un nouveau glucoside du camphérol, la camphérine, $C^{27}H^{30}O^{16}.6H^2O$, F. 185°-195°, un mélange de glucosides de la rhéine et de l'aloë-émodine, le sel de Mg d'un acide organique non identifié, du dextrose, de l'alcool myricylique, un phytostérol, une phytostéroline, les acides palmitique et stéarique. — M. **Ch.-K. Tinkler** : Mélanges de composés nitrés et d'amines

colorés à l'état liquide seulement (voir p. 47). — MM. **T.-A. Smith** et **F.-S. Kipping**, en hydrolysant le dibenzyldichlorostannane par KOH diluée, ont obtenu un dérivé potassique, d'où CO^2 précipite un solide qui est probablement le dibenzyldihydroxystannane $Sn(CH^2C^6H^5)^2(OH)^2$, mais ce dernier est très instable et passe facilement à un produit de condensation complexe, soluble dans les solvants organiques; par chauffage, il se transforme en un oxyde insoluble, probablement $[Sn(CH^2C^6H^5)^2O]^3$. — M. **R. Wright** : Mesure de la vitesse de réaction par la variation de volume en solution (voir p. 46). — MM. **W.-A. Knight** et **R.-A. Joyner** montrent que le vieillissement des copeaux d'alliages d'argent et d'étain n'est pas dû à l'oxydation superficielle, ni à un changement polymorphique de Ag^3Sn, mais probablement à une action catalytique du fer ou des dérivés du fer introduits par le débitage. Les auteurs ont aussi étudié l'équilibre des métaux Ag, Sn et Hg à 63°, 90°, 166° et 214°. — MM. **H. Mc Combie** et **P.-J. Ward** ont étudié l'action du chlore sur la *m*-iodo- et la *m*-bromo-aniline. Ils ont obtenu d'abord un dérivé trichloré, puis une hexachloro-iodo (ou bromo)-cyclohexénone. — MM. **P.-C. Ray, M.-L. Dey** et **S.-C. Jana** ont constaté que le nitrite de guanidinium est décomposé par la chaleur en AzH^3, $HCAz$, Az^2O et Az, avec un résidu de mélamine. — M. **T.-R. Merton** a déterminé le spectre d'absorption des solutions de chlorure uraneux dans différents solvants. — MM. **T.-S. Patterson** et **W.-C. Forsyth** ont déterminé la rotation de divers dérivés de l'acide lactique à la fois à l'état homogène et en solution dans deux solvants. — MM. **F.-D. Chattaway** et **R.-R. Baxter** ont constaté que les cétones contenant un groupe méthyle réagissent facilement avec l'iodure d'azote en formant de l'iodoforme, AzH^3, un acide et un amide. Les réactions paraissent être les suivantes : 1° $R.CO.CH^3 + AzH^3.AzI^3 = R.CO.CI^3 + 2AzH^3$; 2° $R.CO.CI^3 + H^2O = R.CO^2H + CHI^3$; 3° $R.CO.CI^3 + AzH^3 = R\,COAzH^2 + CHI^3$. — MM. **F. Tutin** et **W.-B. Clewer** critiquent un travail de Hesse en contradiction avec leurs recherches sur les constituants de la chrysarobine commerciale. — M. **Ch. Gilling** montre que la 1-méthyldihydrorésorcine est une substance tautomère, ce qui l'empêche d'exister sous deux formes stéréoisomères. Le remplacement de l'atome d'H labile par un groupe éthyle détruit ce tautomérisme, et l'éther éthylique peut être isolé sous deux formes distinctes. — M. **A.-H. Salway** a constaté que la réaction de Madelung s'applique à l'acéto-*m*-4-xylidine et fournit le 2:5-diméthylindol. Mais elle ne s'applique pas à l'acide xylylsuccininamique. — M. **E.-A. Werner** montre que la formation du biuret par action de la chaleur sur le carbamide est une réaction réversible. L'ammélide est le produit de l'action de l'acide cyanique naissant sur le biuret. — M. **A. Lapworth** critique les idées de Leuchs sur le mécanisme de l'α-bromuration des cétones. — MM. **J.-C. Cain** et **A. Coulthard** et Mlle **F.-M.-G. Micklethwait** ont préparé un certain nombre de dérivés acylés et azoïques des deux *o*-dinitrobenzidines isomères et ont soumis les deux bases à la diazoréaction. La 3:3′-dinitrobenzidine donne le 3:3′-dinitrodiphényle di-substitué correspondant, mais la 3:5′ dinitrobenzidine, dans les cas où l'on emploie le cuivre, fournit des dérivés du benzérythrène.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 13 Novembre 1913.

M. **H. Struve** donne lecture d'un mémoire sur la détermination, à l'aide du réfracteur de Königsberg, de parallaxes d'étoiles. Pendant les années 1902-1904, on a commencé, avec le réfracteur de Königsberg, une série d'observations pour déterminer les parallaxes de certaines étoiles douées d'un mouvement propre considérable. Chacune de ces étoiles a été, au micromètre à fils, rattachée, par les différences de déclinaison, à plusieurs (6-7) étoiles témoins des 9-11e ordres. En réduisant l'éclat de l'étoile observée, au moyen d'un diaphragme à réseau, à l'éclat moyen des étoiles témoins, on réalise une précision très satisfaisante.

Séance du 20 Novembre 1913.

M. **H. Zimmermann** rend compte de ses recherches sur *l'influence du vent sur les bâtiments* et sur un dispositif permettant d'apprécier la pression du vent sur les surfaces et les corps. La pression du vent présente, pour la stabilité des bâtiments, une importance très inégale. Elle se manifeste surtout sur les bâtiments élevés, à petite base, tels que tours, cheminées d'usines, etc. L'indicateur de pressions du vent, système Giessen, est destiné à fournir les données expérimentales nécessaires aux calculs statiques des bâtiments de ce genre. D'autre part, il se prête pour déterminer la grandeur et la direction des pressions exercées par un courant d'air sur un corps d'une forme quelconque. — M. Rubens adresse une note de M. **J. Stark**, professeur à l'Ecole Polytechnique d'Aix-la-Chapelle, sur ses observations relatives à *l'effet du champ électrique sur les lignes spectrales* (voir p. 2).

Séance du 27 Novembre 1913.

M. **W. Waldeyer** rend compte de ses recherches sur les déformations du rhinencéphale. L'auteur, à l'aide de plusieurs préparations anatomiques de cerveaux dépourvus, unilatéralement ou bilatéralement, du *tractus* et du *bulbus olfactorius*, discute les déformations les plus importantes de ces cerveaux et les formes principales d'arhinencéphalie.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Octobre 1913.

MM. **G. Gehlhoff** et **F. Neumeier** : *Contributions à l'étude des propriétés thermiques et électriques des poudres comprimées d'antimoine, de bismuth et de galène.* Les blocs comprimés dont se servent les auteurs ne se distinguent en rien, quant à leur apparence, de fragments coulés, mais leur poids spécifique est de 1 % plus petit. Or, malgré l'application de pressions allant jusqu'à 5.000 kilogs/cm², et malgré les points de fusion relativement bas des poudres d'antimoine et de bismuth, ils ne réussissent pas à obtenir des blocs comprimés contenant des cristaux mixtes en proportion appréciable et dont les propriétés physiques ressembleraient, dans une certaine mesure, à celles des métaux coulés. D'autre part, la poudre de galène, comprimée à 6.000 kilogs/cm², présente des conductions thermique et électrique analogues à celles des métaux purs. — M. **Ad. Heydweiller** : *Sur le magnétisme des sels paramagnétiques en solution.* Les recherches de deux élèves de l'auteur, MM. H. Stüdemann et P. Philipp, recherches dont la publication a été retardée, font voir, d'accord avec les expériences indépendantes de MM. Cabrera et Moles, mais pour des champs plus faibles, que le magnétisme atomique du fer en solution, loin d'être constant, est une fonction de la concentration. M. Philipp réussit même à observer, à concentration croissante, un maximum de magnétisme atomique, qui, dans des limites étroites, peut produire l'illusion de la constance. D'autre part, la diminution du magnétisme atomique à concentration décroissante semble, à son tour, avoir une limite, atteinte seulement chez certains sels, et au delà de laquelle le magnétisme atomique recommence à croître. L'auteur interprète ces intéressants phénomènes par les variations du degré de dissociation. — M. **M. Wolfke** : *Au sujet de la théorie des quanta.* Certains phénomènes semblent démontrer le caractère discontinu de l'énergie lumineuse, non seulement dans l'émission (et peut-être l'absorption), mais dans l'espace libre. L'auteur se sert de cette idée pour baser sur elle une nouvelle déduction.

de la loi de répartition de Planck. — M. H. Boas : *Un éclateur à étincelles amorties, à électrodes en métaux à point de fusion élevé, notamment en tungstène.* L'adoption d'électrodes en tungstène, pour les étincelles amorties, assure un nouveau progrès fort considérable dans la transmission des vibrations. L'auteur réussit, d'une part, à porter jusqu'à 50 % l'accouplement entre les systèmes primaire et secondaire; d'autre part, il est en mesure de modifier fortement l'accouplage entre deux systèmes, sans nuire à l'effet d'extinction. La durée de ces éclateurs se trouve augmentée dans une mesure extraordinaire, en comparaison de celle de presque tous les éclateurs jusqu'ici connus. On peut même affirmer que cette durée, même en cas de très grande fatigue, n'est sujette à aucune limite appréciable. — Mlle E. von Bahr : *Sur l'absorption infrarouge des gaz.* L'auteur étudie la bande d'absorption de HCl, à 3,5 μ, et l'absorption de CO^2, à 2,7 μ, à l'aide d'un prisme en quartz, assurant une résolution bien plus considérable qu'auparavant. Dans la bande double de HCl, il découvre 12 maxima individuels, dont la position lui permet de calculer, d'après la théorie de Bjerum, les fréquences rotatoires des molécules. L'absorption de CO^2, à 2,7 μ, comporte deux bandes d'absorption distinctes, qu'une dispersion un peu plus considérable permettra probablement de dissoudre en bandes doubles. — M. A. Eucken : *Sur l'application de la théorie des quanta au spectre d'absorption infrarouge de la vapeur d'eau.* Les observations confirment, d'une façon évidente, l'hypothèse d'une distribution discontinue de l'énergie, c'est-à-dire la théorie des *quanta* sous sa forme originelle; elles infirment la nouvelle hypothèse de Planck, d'après laquelle chaque molécule individuelle serait capable d'absorber une quantité d'énergie quelconque, la fréquence des molécules, dans une région d'énergie donnée, étant seule sujette à des variations intermittentes.

Mémoires présentés en Novembre 1913.

M. E. Schrodinger : *Notice relative à la théorie de la dispersion électrique anomale.* Après avoir fait remarquer que la belle théorie des pôles doubles, développée par M. Debije, ne fournit pas de nouveaux éléments mathématiques, l'auteur attire l'attention sur les services que la relation entre la température et la courbe de dispersion est appelée à rendre dans cet ordre d'idées. Il s'agirait d'étudier l'influence de la température sur l'allure moyenne de la courbe de dispersion, c'est-à-dire de faire varier la température même dans les expériences relatives aux petites longueurs d'ondes, par une des méthodes ordinaires Pour les mêmes liquides, il faudrait déterminer, en même temps, le coefficient de frottement intérieur et sa relation avec la température, ce qui permettrait d'isoler l'influence du pôle double. D'autre part, il conviendrait de continuer les recherches de détails commencées par MM. Colley et Obolensky, en les étendant à une partie aussi grande que possible du spectre, afin de déterminer s'il s'agit d'un phénomène secondaire superposé. — M. F. Neesen : *Expériences de la Station centrale de Recherches scientifiques-techniques, à Neu-Babelsberg, sur les paratonnerres dans les dépôts d'explosifs.* Ces expériences fournissent des données définitives pour résoudre la question de savoir si les parties à protéger, composées elles-mêmes de conducteurs, doivent être mises à la terre. Une mise à la terre spéciale est dans doute dangereuse; il suffit d'éviter, par des connexions aussi courtes que possible, les différences de potentiel entre le conducteur à protéger et les parties voisines du paratonnerre. Pour intercepter le coup de foudre proprement dit, il faut prévoir un dispositif spécial, à côté duquel une cage de Faraday peut rendre des services pour éviter les effets secondaires. Le nombre de connexions entre ces divers dispositifs et le corps à protéger diffère suivant qu'ils doivent absorber le coup principal ou seulement les effets secondaires. — M. W. Steubing : *Effets des champs magnétiques sur l'intensité de fluorescence.* L'auteur réussit à établir que la fluorescence de l'iode, excitée par la lumière blanche, subit, sous l'influence de champs magnétiques intenses, des modifications nettement différentes de celles qui se produisent, dans le cas d'une excitation monochromatique, en raison de l'effet Zeeman simple.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 20 *Novembre* 1913.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Klingatsch envisage un cas spécial du problème des deux hauteurs : la détermination de la hauteur polaire, du méridien et du temps d'après l'observation d'une étoile à l'Ouest à une hauteur qui est égale à la déclinaison d'une seconde étoile à l'Est, ou *vice versa.* Il en donne la solution. — M. F. Hopfner étudie le cours des marées dans le port de Trieste et soumet à l'analyse harmonique les observations de l'année 1911. Les marées de Trieste appartiennent au type mixte.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Dimmer montre que la longueur absolue de la colonne thermométrique située en dehors de l'enceinte n'influe pas sur la valeur de la correction à apporter aux indications du thermomètre, mais seulement la valeur de cette colonne en degrés. — MM. R. Kremann, C.-Th. Suchy, I. Lorber et R. Maas sont parvenus à déposer électrolytiquement des bronzes (Cu — Sn) en feuilles de bains contenant de l'acide tartrique ou du cyanure de potassium. Les derniers donnent les meilleurs résultats. — M. O. von Fraenkel a préparé une série de chloro-iridiates et de chloro-rhodiates d'amines organiques substituées des types X^2IrCl^6, et X^3RhCl^6 et X^4RhCl^7. Il a également obtenu des sels $X^3Rh^2Cl^9$ nouveaux et X^2RhCl^5, considérés comme douteux jusqu'à présent. — MM. W. Pauli et S. Odèn ont déterminé les mobilités des ions protéiques électro-positifs de l'albumine, de la glutine et du glutose en solution chlorhydrique. La mobilité équivalente s'élève de 11 à $31/10^5$ avec la teneur en HCl.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 *Octobre* 1913.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. de Sitter : *Sur l'invariabilité de la vitesse de la lumière.* Répondant à une critique faite par d'autres à une communication précédente de l'auteur, celui-ci montre que, d'après les observations, les astres ne modifient pas la vitesse de la lumière de plus de 0,002 de leur propre vitesse. — MM. J.-D. van der Waals et P. Zeeman présentent un travail de M. J.-D. van der Waals Jr. : *Sur la loi de répartition de l'énergie. IV.* L'auteur montre que l'hypothèse de l'existence d'une énergie au zéro absolu pourrait rendre compte de certaines propriétés, jusqu'ici inexplicables, de l'atome radio-actif, telles que le fait que la température est sans influence sur les phénomènes radio-actifs. — MM. H. Kamerlingh Onnes et H.-A. Lorentz présentent un travail de M. W.-H. Keesom : *Sur l'aimantation des substances ferromagnétiques dans ses rapports avec l'hypothèse de l'existence d'une énergie au zéro absolu.* L'auteur établit une expression pour l'énergie de rotation des molécules et se propose de la soumettre au contrôle expérimental en se servant des données fournies par l'observation de divers phénomènes physiques, qui paraissent être régis par cette rotation. Un pareil phénomène est probablement l'aimantation spontanée des substances ferro-magnétiques. L'auteur introduit pour cette raison le résultat fourni par la théorie des quanta dans la théorie de Weiss relative à l'état ferromagnétique; il confronte ensuite avec les résultats de la théorie les données expérimentales fournies par les mesures faites sur la magnétite et le nickel. Pour la

magnétite, l'accord est très satisfaisant; pour le nickel, il l'est moins, bien qu'en grands traits les considérations théoriques soient vérifiées. — MM. H. Kamerlingh Onnes et H.-A. Lorentz présentent un deuxième travail de M. **W.-H. Keesom** sur le même sujet : *II. Sur la susceptibilité dans l'état ferro-magnétique induit.* Remarques générales auxquelles conduit l'application de la théorie des quanta, où l'on introduit l'hypothèse de l'existence d'une énergie au zéro absolu, spécialement à l'induction magnétique dans les substances ferro-magnétiques. — MM. **H. Kamerlingh Onnes** et **Albert Perrier** : *Recherches magnétiques. X. Appareil pour l'examen cryomagnétique général de substances à faible susceptibilité.* Description de l'appareil ayant servi aux mesures décrites en mai 1911, et dont la construction avait pour but de développer la technique, encore à peu près inconnue, des recherches dans le domaine de l'aimantation faible à basse température. Les auteurs se sont proposé de construire un appareil permettant de faire des mesures sur des corps d'épreuve en forme de cylindre allongé, mais pouvant servir aussi, sans modification notable, à l'étude de petits objets et approprié aussi à l'examen de liquides. L'appareil qu'ils ont construit satisfait à ces exigences. — MM. H. Kamerlingh Onnes et J.-P. Kuenen présentent un travail de M. **C.-A. Crommelin** : *Isothermes de substances monoatomiques et de leurs mélanges binaires. XV. Les tensions de vapeur de l'argon solide et liquide depuis le point critique jusqu'à — 206°.* Tableau synoptique complet des mesures faites par l'auteur, et communication de quelques résultats qui se déduisent de ces mesures. Le point critique est $t = -122°,44$ C., $p = 3645,1$ cm. merc., le point d'ébullition normal est — 185°,84, le point triple — 189°,30, 51,565 centimètres. Les courbes de tension de vapeur du liquide et du solide se coupent au point triple sous un très petit angle. Enfin, l'auteur a calculé pour quelques températures la chaleur de vaporisation. — M. **J.-K.-A. Wertheim Salomonson** : *Contribution à la connaissance du galvanomètre à corde.* L'auteur calcule d'abord, à l'exemple de Stefan, quelle est la valeur qu'il faut donner à l'angle sous lequel se terminent des pièces polaires prismatiques, pour que dans l'entrefer le champ magnétique soit maximum; il trouve que la valeur la plus avantageuse du demi-angle est 53° à 55°. Il examine ensuite la forme que prend la corde du galvanomètre d'Einthoven dans le champ magnétique de l'électro-aimant. Il applique à cet effet une construction bien connue en graphostatique et la soumet au calcul. Dans un champ uniforme, il trouve que la corde prend la forme d'une parabole. Mais la méthode s'applique aussi au cas où le champ n'est pas uniforme, comme il arrive lorsque les pièces polaires sont percées, ainsi qu'au cas où la corde a ses extrémités en dehors du champ. Enfin l'auteur indique deux méthodes permettant de déterminer ce qu'il appelle l'intensité active du champ, c'est-à-dire l'intensité d'un champ homogène produisant le même écart maximum de la corde que le champ non homogène dans lequel elle se trouve en réalité. — MM. **Ernst Cohen** et **W.-D. Helderman** : *L'allotropie du cadmium. I.* Les recherches de Matthiesen et Bosc sur la conductibilité électrique du cadmium faisant supposer que le cadmium chauffé jusqu'à 80° passe dans un autre état, les auteurs se sont proposé d'examiner ce fait, qui s'est trouvé vérifié. A 65° C., en effet, le cadmium se transforme et c'est par suite des retards particulièrement considérables que le fait a échappé jusqu'ici aux recherches. Les auteurs ont opéré de deux façons, par voie pyknométrique et par voie dilatométrique. — MM. J.-D. van der Waals et A.-J. Holleman présentent, au nom de M. **F.-E. C. Scheffer** : *Sur le système hexane-eau.* Ce système est le premier exemple connu d'un type de mélanges dans lequel le point terminal supérieur de la pression du système de trois phases (voir à ce propos la dix-septième contribution à la théorie des mélanges binaires de M. van der Waals) se trouve à gauche du minimum de la courbe des points de plissement. L'auteur a examiné les équilibres p, T pour quelques mélanges contenant un grand excès d'hexane et a construit la courbe des équilibres de trois phases jusqu'à sa rencontre avec la courbe des points de plissement. La pression du système des trois phases est, à température donnée, supérieure à la somme des tensions de vapeur des constituants purs. — MM. A.-F. Holleman et S. Hoogewerff présentent un travail de MM. **J. Böeseken** et **K.-H.-A. Sillevis** : *Sur la stabilité des hydrocarbures cycliques dans ses rapports avec leur configuration. La transformation du cyclohexène en benzène et cyclohexane* (Contribution à l'étude des phénomènes catalytiques). Conclusions du travail : Le cyclohexène à 180° et sous pression ordinaire est métastable par rapport au mélange correspondant de benzène et de cyclohexane. Le cyclohexane à 300° et pression ordinaire est métastable par rapport au mélange correspondant de benzène et d'hydrogène. Le cyclohexène à 180° et pression ordinaire est métastable par rapport au mélange correspondant de benzène et d'hydrogène. Le cyclohexène est plus fortement sursaturé d'hydrogène que le cyclohexane. Le méthylcyclopentane à 280° et sous pression est probablement plus stable que le mélange correspondant de benzène et d'hydrogène et plus aussi que le cyclohexane — MM. H. Zwaardemaker et Ernst Cohen présentent un travail de M. **L. Arisz** : *Changements d'état dans des solutions de gélatine.* L'auteur est d'avis que les changements d'intensité dans le phénomène de Tyndall (voir la note présentée en juin 1913) proviennent d'un changement dans la grosseur des particules de gélatine. Il pense qu'on doit regarder une solution de gélatine comme un système pseudo-ternaire, dont les composants sont de l'eau, de grosses particules et de petites particules. A chaque température et pour chaque concentration, il y aurait un état d'équilibre auquel correspondrait une proportion déterminée de deux espèces de particules. Cet équilibre ne s'établirait qu'à la longue, après plusieurs heures. L'imbibition et la dissolution sont deux phases d'un même processus : la gélatine, mise en présence d'eau, gonfle d'abord et se dissout ensuite. — M. **F.-A.-H. Schreinemakers** : *Equilibres dans les systèmes ternaires. IX.* L'auteur examine à un point de vue théorique l'équilibre de quatre phases, dont deux solides, une liquide et une gazeuse, au point de vue des courbes de saturation du liquide et de la vapeur sous la tension de vapeur propre des deux constituants solides.

2° Sciences naturelles. — M. **M.-W. Beyerinck** : *Oxydation du carbonate de manganèse par les microbes.* Il résulte d'expériences sur le processus de nitrification, dans lesquelles le carbonate de manganèse servit comme indicateur d'oxydation, que cette oxydation n'est pas le fait des microbes nitrificateurs eux-mêmes, mais qu'il y a d'autres organismes qui possèdent le pouvoir de produire cette oxydation. Ce sont des bactéries et des moisissures appartenant aux divisions les plus diverses des champignons : espèces de *Botrytis*, *Sporocybe*, *Trychocladium* et surtout de *Mycogone*. Ces moisissures peuvent être aisément extraites du terreau où le carbonate de manganèse, qu'elles oxydent, leur sert de nourriture. Il reste à étudier diverses questions relatives aux transformations que ces microbes opèrent dans le sol. — M. **H. Zwaardemaker** : *Sur l'appréciation des appareils d'audition par la méthode du miroir.* Un petit miroir est placé sous un angle de 45° au fond d'un conduit auditif artificiel muni d'un cornet représentant la conque de l'oreille ; devant cette oreille artificielle se placent les appareils à examiner et on observe la déviation du miroir produite, avec ou sans l'appareil d'audition, par des sons de hauteur déterminée. Les résultats de la comparaison des divers appareils examinés sont réunis dans des tableaux. J.-E. V.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

LA CROISIÈRE DE LA "REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES"
EN ÉGYPTE ET AU SOUDAN ANGLAIS

La *Revue générale des Sciences* ne rend compte que très rarement des *Croisières* qu'elle organise : l'adage antique « Il n'y a rien de nouveau sous le soleil » est une leçon de modestie. Le dernier voyage d'étude qu'elle vient d'effectuer nous paraît cependant mériter d'être signalé, et pour le caractère qu'il a revêtu et pour l'accueil qu'il a reçu.

C'est le 21 novembre dernier qu'à bord du paquebot des *Messageries Maritimes* les membres de la Croisière s'embarquaient à destination d'Alexandrie, pour un long voyage en Egypte et au Soudan anglais dirigé par M. George Foucart, *Professeur à l'Université d'Aix-Marseille* et à l'*Institut Colonial de Marseille*, et par le signataire de ces lignes. Quelques jours après, ils étaient au Caire.

On ne découvre pas un Caire, ... et pourtant ... Le magnifique effort accompli là-bas par le *Comité de Conservation des Monuments de l'Art arabe* vient de restituer aux mosquées historiques, aux tombes princières, aux fortifications, leur physionomie primitive. Il y a là, aujourd'hui, un ensemble unique dans le monde de l'Islam tout entier. Le programme de la *Revue* s'adaptait à cette transformation. Le Caire, qui est à l'histoire des civilisations musulmanes ce que Thèbes peut être à l'ancienne Egypte, il fallait tenter d'en relire les pages de gloire, sur place, en les déchiffrant sur ses monuments. C'est alors l'histoire des arts musulmans qui se déroule au cours des siècles, rédigée en chefs-d'œuvre incomparables, et c'est aussi l'histoire d'une pensée religieuse qui a conquis une partie du monde, traduite par les plans et les styles successifs des couvents, des fontaines, des mosquées. Pareille tâche n'avait jamais été tentée : notre *Revue* aura été la première à la réaliser. Qu'il nous soit permis de remercier Ali bey Bahgat, le distingué Conservateur du *Musée des Monuments de l'Art arabe*, pour les facilités qu'il nous a accordées.

L'Egypte de 1913 n'est plus celle d'il y a quelques années, au point de vue des antiquités pharaoniques. Sous la haute direction de l'illustre égyptologue qu'est M. Maspero, les déblaiements et les travaux de réfection des grands temples, les campagnes de fouilles, les trésors acquis par le *Musée égyptien* ont renouvelé l'archéologie égyptienne. A l'éminent Directeur de l'*Institut allemand d'Etudes égyptiennes*, M. le Professeur Borchardt, à qui nous devons d'avoir visité cette Pompéi égyptienne qu'est Tell-el-Amarna; à notre compatriote M. Georges Legrain, qui nous a fait les honneurs d'un Karnak transformé par sa science et son travail, nous adressons ici notre gratitude.

La Croisière au Soudan égyptien, qui prolongeait notre voyage d'Egypte, offrait un puissant intérêt à trois points de vue : l'histoire des civilisations antiques du continent noir; la géographie des peuples africains; la gigantesque tentative de mise en valeur des régions ouvertes d'hier seulement à l'Europe coloniale.

A notre arrivée à Wady-Halfa, S. Exc. le gouverneur de la province et Lady Iles montaient à bord du grand paquebot du Gouvernement soudanais pour nous souhaiter la bienvenue, et, prenant place avec nous dans le magnifique train spécial que nous allions utiliser pendant tout le voyage, nous faisaient l'honneur de nous accompagner jusqu'à la première station.

Les visites aux célèbres royaumes de Napata et de Meroë initièrent les voyageurs aux annales et à l'art de l'antiquité éthiopienne. C'est la première fois qu'un groupe de touristes voyait Napata et le Gebel-Barkal : une semblable visite avait autrefois le caractère d'une véritable exploration, et bien peu nombreux même sont les égyptologues de carrière qui virent ces ruines imposantes. A Merowi, près de Napata, un vaillant soldat et un ami de notre pays — il en a donné plus d'une preuve touchante — S. Exc. Jackson Pacha, gouverneur de la Province de Dongola, reçut la Croisière, qui vécut, grâce à lui et avec lui, une journée de rêve. L'accueil qu'il réserva à nos compagnons de voyage est de ceux que l'on ne peut oublier. M. le professeur Garstang, de l'Université de Liverpool, qui vient d'exhumer la capitale du célèbre royaume d'Ethiopie, ses temples et ses monuments, fut, à Meroë, le plus aimable et le plus instructif des conférenciers : nous lui devons une journée d'un intérêt unique.

A Khartoum, dans la capitale du Soudan anglo-égyptien, nous étions attendus avec impatience, et il nous est impossible d'énumérer toutes les attentions que la haute société anglaise nous témoigna. Que

S. Exc. le Gouverneur général, sir Reginald Wingate, Maréchal de l'Armée égyptienne, et Lady Wingate, qui donnèrent une garden-party en l'honneur de la Croisière, l'invitèrent à leur table et, pour ses excursions, mirent leur bateau à sa disposition, veuillent bien recevoir ici l'hommage de notre gratitude. Nous garderons l'inoubliable souvenir de ce séjour, et le nom de sir Reginald reste attaché à cette Croisière à laquelle son accueil a donné la plus flatteuse consécration. Mais, dans les voyages de notre *Revue*, les réceptions

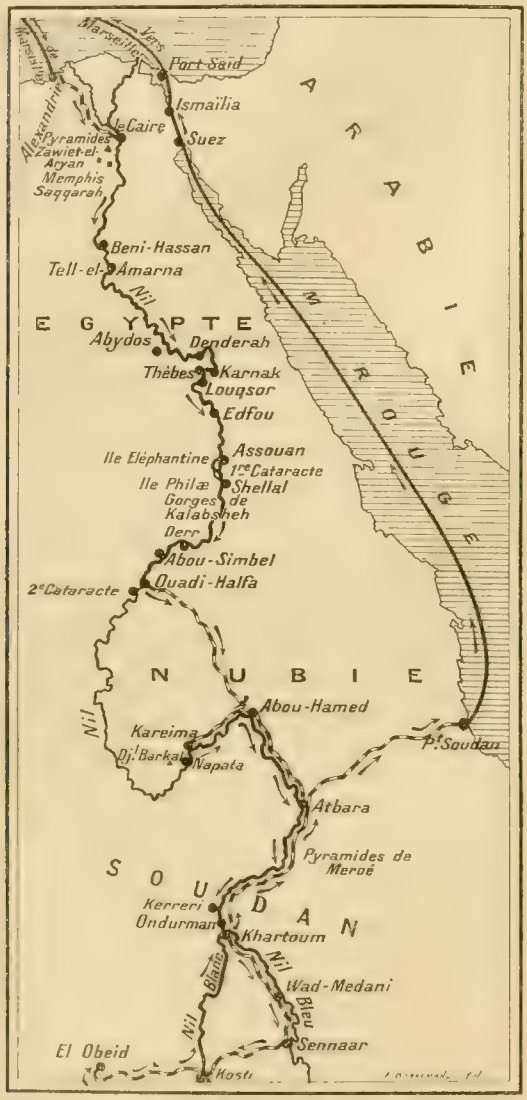


Fig. 1. — *Itinéraire de la croisière en Egypte et au Soudan.*

ne peuvent jamais être un obstacle à l'étude des questions scientifiques. La visite de cet admirable établissement d'enseignement qu'est le Gordon College, où le thé nous fut offert par S. Exc. Bonham Carter, Secrétaire d'Etat à la Justice, et par M. Currie, Directeur de l'Instruction publique, et la visite du bel Institut Welcome, où se poursuit, sous la direction de médecins aussi savants que désintéressés, la lutte contre la maladie du sommeil et toutes les maladies tropicales furent le juste tribut que dans Khartoum nos compagnons payèrent aux études scientifiques.

Le Soudan est aussi une leçon de colonisation. Nulle part encore un gouvernement n'a pu élaborer un plan aussi méthodiquement intégral de mise en valeur de tout un morceau d'Afrique. Sur le Nil Bleu, dans la plaine de Gézirèh, les touristes se trouvèrent devant la plus intéressante des expériences agronomiques coloniales : à Tayiba, ils visitèrent les plantations de coton et purent se rendre compte de l'intérêt que présente, au point de vue de l'industrie cotonnière, l'activité coloniale que l'on déploie là-bas. La visite de Wad-Medani, sous la direction du Gouverneur, constitua pour eux un véritable enseignement sur l'ethnologie et les migrations des races africaines, tandis qu'à Sennaar ils purent voir, sous la conduite d'un aimable Inspecteur, M. R. J. Hussey, ce qu'est la grande forêt tropicale où s'ébattent les animaux de la brousse.

De Kosti à Obeid, c'est une nouvelle Afrique, l'Afrique des gommiers; c'est le pays que parcourent, la lance au poing, les guerriers presque nus montés sur leurs bœufs; c'est ce Kordofan, ouvert d'hier seulement à la pénétration européenne et qui, il y a quelques années, était aussi inaccessible à l'Européen que les régions interdites du Thibet. A Obeid, S. Exc. M. Savile, Gouverneur du Kordofan, passa, en l'honneur des membres de la Croisière, une revue du « Corps des Dromadaires du Kordofan », et les Français furent, le soir, au Mess, les invités du Gouverneur et des officiers à un dîner somptueux et cordial tout à la fois, suivi d'une représentation au cours de laquelle les indigènes exécutèrent des danses de guerre d'un caractère étrange et saisissant. Nous espérons n'avoir dit qu'un « au revoir » au Gouverneur et aux officiers d'Obeid qui nous accueillirent avec tant de bonne grâce et eurent pour nous tant de prévenances.

El-Obeid marquait le point extrême de notre voyage. Bientôt c'était la descente du Nil Blanc, encadré par la forêt tropicale à travers laquelle l'on aperçoit les huttes indigènes, tandis que, sur les rives, de monstrueux crocodiles s'étalent au soleil; et puis c'était, de nouveau, dans ces trains que n'importe quel pays peut envier au Gouvernement soudanais pour la propreté et le confort, la traversée du Grand Désert, de Khartoum à Port-Soudan. Notre voyage finissait, sans que, cependant, une dernière note de cordiale bienvenue ne nous fût donnée, avant le retour en France, par la Direction de la Compagnie du Canal de Suez. Nous prions M. Jonnart, Président du Conseil d'Administration, qui avait bien voulu faire mettre son bateau *l'Aigrette* à notre disposition pour nous permettre de traverser le Canal, et MM. Ch. de Lesseps, Vergé, Bonnet, Administrateurs, Ch. de Sérionne, Agent supérieur, qui nous accueillirent à Ismaïlia, d'agréer tous nos remerciements. Le lendemain, à bord d'un bon paquebot de Chine de la *Compagnie des Messageries Maritimes*, nous embarquions pour la France.

De ce voyage, il faudrait pouvoir tirer les enseignements qu'il comporte, et la place nous est malheureusement — et forcément — limitée. Aussi notre but, en attendant qu'une étude plus complète paraisse au jour, a-t-il surtout été, par ces quelques lignes, de remercier ceux qui nous accueillirent si bien et notre Conférencier, M. George Foucart, dont les conférences et les explications furent si hautement appréciées.

En parcourant le Soudan anglo-égyptien, où tous les efforts sont concentrés et poussés au maximum de puissance en vue de la mise en valeur du pays, nous n'avons pu nous empêcher de songer au préjudice causé à nos colonies par le retard qu'apporte le Parlement à voter les lois coloniales d'extrême urgence qui lui sont soumises. Nous avons, plus d'une fois, rendu hommage au recrutement des fonctionnaires du Soudan anglais, qui choisit ses membres parmi les élèves les plus distingués des grandes Universités d'Oxford et de Cambridge. Et nous avons enfin admiré comment l'on développe là-bas les moyens de communication et comment l'on y utilise toutes les ressources pour attirer le tourisme, parce que l'on sait qu'il ouvre, dans les pays économiquement neufs, l'une des plus sûres et des meilleures voies de pénétration...

Lucien Roullet-Chéry.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

L'absorption de la gravitation. — Le Dr Bottlinger, de Munich, a fait une tentative intéressante pour mettre en évidence une influence des milieux traversés sur les forces de gravitation.

L'attraction du Soleil sur la Lune serait, d'après lui, affaiblie lorsque la Terre se place entre les deux, autrement dit quand il y a éclipse. De tous les éléments du mouvement elliptique, c'est le moyen mouvement qui doit être le plus affecté, et il est à remarquer que les effets de deux éclipses consécutives se détruisent à très peu près. Le Dr Bottlinger admet que l'affaiblissement de la gravitation dépend de la densité du milieu traversé, ce qui oblige à faire une hypothèse sur la constitution intérieure de la Terre. Les perturbations de la longitude, calculées par cette voie, de 1834 à 1909, se traduisent par une faible oscillation dont la période est de dix-neuf ans. Les époques de maximum et de minimum correspondent exactement à celles qui avaient été trouvées empiriquement par Newcomb.

Il reste à voir si l'application à un plus long intervalle de temps, rendue difficile par le défaut d'éphémérides, ne fera pas apparaître des conséquences inconciliables avec les faits.

§ 2. — Électricité industrielle.

Le système Korn de télé-photographie sans fil. — On sait que le système de télé-photographie préconisé par le Professeur A. Korn, à Charlottenbourg, est, depuis quelque temps déjà, entré dans la pratique courante de la presse illustrée et que des quotidiens de plusieurs capitales reproduisent de plus

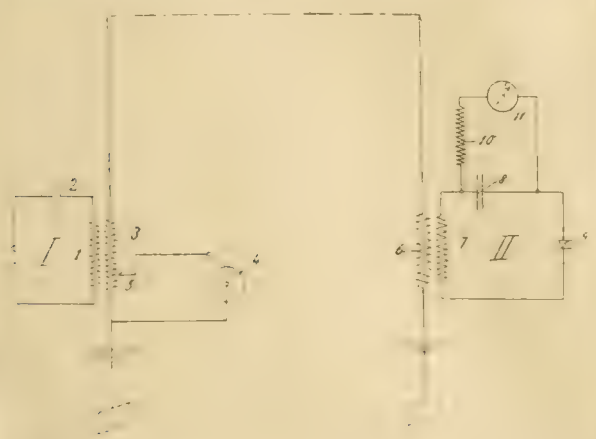


Fig. 1. — Schéma du dispositif Korn pour la télé-photographie sans fil.

en plus fréquemment les clichés qui leur arrivent ainsi par voie télégraphique.

Il y avait un intérêt évident à adapter ce système à la radio-télégraphie. On comprend, en effet, l'utilité d'un procédé permettant de transmettre, par exemple aux navires en haute mer, les images photographiques d'événements intéressants et les portraits de criminels recherchés par la police. Le même procédé se prêterait, du reste, à la transmission de la signature d'un passager, du navire à la maison, ce qui accélérerait énormément certaines opérations.

M. Korn s'occupe actuellement d'expériences de télé-photographie sans fil [1]. Bien que les résultats jusqu'ici obtenus dans cette voie ne puissent encore entrer en concurrence avec les clichés transmis par fil télégraphique, les bases de la méthode sont désormais définitivement données. Comme en télé-photographie ordinaire, il faut distinguer entre la transmission des clichés à nuances graduées (à l'aide du sélénium) et celle des clichés à traits, c'est-à-dire en noir et blanc (télautographie), qui a lieu sans l'intervention du sélénium. Dans ce dernier cas, l'image à transmettre (écriture, croquis, autotypie) est gravée, à l'aide d'une matière isolante, sur une feuille métallique, enroulée sur un cylindre 4 (fig. 1). Une pointe métallique, glissant sur cette feuille, explore les différentes parties du cliché original à la manière d'un style de phonographe. Toutes les fois qu'elle parcourt un endroit conducteur, une partie 5 de la bobine d'inductance 3, mise en court-circuit, règle la période des oscillations électriques d'une station de transmission radio-télégraphique comportant l'inductance 1 (accouplée à l'inductance 3) et la capacité 2. La station émet des oscillations non amorties ou faiblement amorties, accordées à une période donnée, tant que la partie 5 de l'inductance 3 ne se trouve pas en court-circuit; aussitôt que ce court-circuit se produit, c'est-à-dire toutes les fois que la pointe du transmetteur vient en contact avec un endroit conducteur du cliché, l'accord des oscillations est dérangé.

Le récepteur comporte un circuit apériodique II, contenant une capacité 8, une inductance 7 et un détecteur 9 (thermique de préférence); l'inductance 7 est accouplée à l'inductance 6, insérée entre l'antenne et la terre. Une grande inductance 10 et un galvanomètre à corde 11 sont reliés en parallèle au condensateur 8. L'inductance 10 sert à écarter du galvanomètre 11 tous les courants n'ayant pas une direction donnée, en sorte que les déviations du galvanomètre sont toujours de même sens. Le récepteur étant accordé par rapport aux ondes émises par le transmetteur, le galvanomètre à corde dévie toutes les fois que la pointe métallique du transmetteur traverse un endroit non conducteur du cliché original; le passage des endroits conducteurs ne se traduit, au contraire, par aucune déviation galvanométrique.

Les écarts du galvanomètre à corde sont, de la même manière qu'en télé-photographie ordinaire, utilisés pour la reproduction du cliché original. Le cylindre récepteur, disposé à l'intérieur d'une boîte imperméable à la lumière, est animé d'un mouvement de rotation et d'avancement synchrone au cylindre transmetteur. La lumière d'une lampe Nernst est concentrée, au moyen d'une lentille, sur la corde, dont l'image est projetée, par une autre lentille, sur la fente d'un tube attaché à la boîte du récepteur. Ce dispositif optique est conçu de telle façon que l'ombre de la corde masque tout juste cette fente, lorsque la déviation galvanométrique est nulle; aussi la lumière ne pourra-t-elle, dans ce cas, pénétrer à l'intérieur de la boîte. Toute déviation du galvanomètre donne accès à une certaine quantité de lumière, agissant sur le film du cylindre récepteur et reproduisant l'endroit correspondant du cliché original. La synchronisation des cylindres transmetteur et récepteur ne présente pas de grandes difficultés, étant données les vitesses assez faibles nécessaires pour les transmissions radio-télégraphiques.

Dans d'autres expériences, M. Korn se sert de son appareil à sélénium, en assignant à chaque tonalité une onde de longueur donnée.

[1] *The Wireless*, septembre 1913.

§ 3. — Chimie physique

La théorie des solutions électrolytiques. — Dans un article récent[1], M. W. Mecklenburg, après avoir exposé dans ses grandes lignes la théorie d'Arrhénius et reconnu toute son importance, insiste sur les lacunes et les obscurités qu'on ne peut manquer d'y relever. « C'est précisément à cause de sa grande importance, dit-il, que cette théorie doit être approfondie, qu'elle a besoin d'être analysée au point de vue de son exactitude et de sa portée, travail qui — soit dit en passant — n'a pas encore été fait d'une façon satisfaisante. »

La question qui vient en premier lieu, à savoir quelles conditions doit remplir une substance pour se dissocier en ions dans une solution aqueuse, n'a pas été encore résolue d'une façon définitive. Tout ce qu'on sait se réduit à quelques règles très générales, par exemple que les ions qui se forment le plus facilement sont les ions monovalents; dès que la valence s'accroît, il y a tendance à former des ions complexes, caractérisés par ce fait que, chez eux, le quotient e/a du nombre e des charges électriques de l'ion par le nombre a des atomes est toujours plus petit que dans les ions individuels dont s'est formé l'ion complexe. « Ces phénomènes reposent peut être sur des processus de répulsion électrostatique, le nombre d'atomes a étant une mesure de la grandeur du corps sur lequel se trouvent les charges. On sait, en effet, que la capacité électrique d'une grande sphère est supérieure à celle d'une petite. »

La nature chimique du solvant exerce sur le degré de dissociation une influence qui n'est pas encore exactement connue. Il semble que le degré de dissociation soit d'autant plus grand que la constante diélectrique du solvant a une valeur plus forte. Et l'on s'explique en gros pourquoi : les ions forment des systèmes ayant des charges électriques contraires et qui, par suite, s'attirent; cette attraction dépend non seulement de la charge électrique des ions et de leur distance, mais aussi de la constante diélectrique du milieu, et même elle varie en raison inverse de celle-ci; en sorte que, plus la constante diélectrique d'un milieu est grande, et plus l'attraction électrique est faible, et, par suite, plus le milieu doit être favorable à la dissociation.

« Quelque intéressantes que soient ces règles, elles ne sont pas de nature à nous satisfaire complètement, car nous sommes hors d'état de les formuler mathématiquement et de soumettre les formules à une épreuve exacte. »

Signalons aussi une contradiction qui a été surtout relevée par M. Colson. On peut évaluer le degré de dissociation par deux méthodes différentes : 1° en utilisant des déterminations de pression osmotique, soit directes, soit à partir de l'abaissement du point de congélation ou de l'élévation du point d'ébullition; 2° en effectuant des mesures de conductibilité. Or, les valeurs ainsi obtenues ne sont pas concordantes : pour les solutions étendues, le degré de dissociation calculé d'après la conductibilité est de 2 °/₀ à 3 °/₀ plus élevé que celui déduit des mesures cryoscopiques. On ne sait pas laquelle des deux méthodes donne les valeurs les plus exactes. Peut-être les résultats de l'une et de l'autre sont-ils sujets à caution; aucune d'elles n'est en parfait accord avec les prévisions que fournit la loi de l'action des masses.

Dans quel sens la théorie des ions doit être complétée et perfectionnée? C'est à quoi l'on ne peut répondre que d'une façon approximative et très générale. Comme les divergences se manifestent principalement pour les substances qui sont fortement dissociées en solution aqueuse, on est conduit à supposer que ce sont les charges électriques des ions qui sont la cause des anomalies. Ce facteur électrostatique peut modifier, soit les rapports des divers ions entre eux, soit ceux des ions et des molécules ou complexes non ionisés.

La loi d'action de masse stipule que dans l'équation de la dissociation :

$$\frac{N}{n_1 . n_2 . n_3 \ldots} = K,$$

où N exprime le nombre des molécules électrolytiques non dissociées, n_1, n_2, n_3, ..., les nombres des ions, la valeur de la constante d'équilibre, K, est indépendante de la concentration. Cela est possible lorsque les substances réagissant les unes sur les autres n'obéissent qu'à des forces chimiques dont l'action ne se manifeste peut-être que dans le voisinage immédiat des molécules; mais il est peu probable qu'il en soit de même des substances subissant l'action des forces électrostatiques disséminées dans l'espace. En particulier, dans les solutions concentrées, les ions, qui sont plus rapprochés que dans des solutions étendues, se déplacent dans des champs électrostatiques plus intenses; les forces d'attraction ou de répulsion doivent être plus grandes et, par suite, les électrolytes doivent être moins dissociés que ne l'indiquerait la loi de l'action des masses, ce qui est conforme à l'observation.

L'influence des ions sur les composés électriquement neutres des solutions se comprend si l'on songe aux expériences sur le passage de l'électricité dans les gaz. Les particules ayant une charge électrique, ions gazeux ou électrons, s'entourent de molécules gazeuses neutres dont le nombre varie selon les conditions de l'expérience. De même, on peut imaginer que les ions électrolytiques peuvent être accompagnés dans les solutions d'un cortège de molécules du solvant. D'ailleurs, il n'est pas du tout certain que les complexes ainsi formés, dont l'existence a été rendue probable par de nombreuses recherches récentes, puissent être considérés comme de vrais hydrates, ou, plus généralement, comme de vrais « solvates », c'est-à-dire que les molécules d'eau groupées autour d'un ion forment avec celui ci un ensemble cohérent séparé des autres molécules d'eau par une limite tranchée.

« Ces représentations, conclut M. Mecklenberg, une fois formulées avec toute la rigueur mathématique, seront elles de nature à écarter les difficultés auxquelles se heurte encore aujourd'hui la théorie des ions? C'est ce qu'il est impossible de dire pour le moment. Nous savons seulement que les difficultés existent, mais il serait exagéré d'en tirer la conclusion que la théorie des ions est fausse : à cette conclusion s'opposent, et l'expérience, puisque dans une certaine mesure cette théorie nous donne un tableau satisfaisant des phénomènes qui se passent dans les solutions électrolytiques, et des considérations d'ordre général... »

A. B.

§ 4. — Chimie appliquée

Le jaugeage des débits par voie chimique. — Dans la *Revue* du 30 décembre dernier, je lis avec étonnement une critique concernant mon article du 15 novembre. Je suis frappé du fait que les correspondants qui ont écrit à la *Revue* se prononcent, sur nos travaux, sans même avoir lu nos publications antérieures, qui les auraient renseignés. Mon article du 15 novembre, en effet, n'avait pour objet que de résumer l'état actuel de nos recherches, d'en donner une vue d'ensemble, et j'ai jugé inutile de reproduire tout ce qui avait été dit précédemment par nous dans les publications qui y sont citées. En second lieu, et bien qu'il ne m'appartienne pas de critiquer ici les méthodes de nos précurseurs, je suis surpris qu'on essaie d'établir une comparaison entre leurs *ébauches* et notre méthode actuelle, qui est une *méthode de précision*.

[1] *Scientia*, novembre 1913.

En réponse à cette critique hâtive et insuffisamment documentée, je me bornerai à attirer l'attention du lecteur sur les points suivants :

1° Les correspondants de la *Revue* qui ont voulu obligeamment attirer notre attention sur *quelques* indications bibliographiques concernant les travaux de nos précurseurs (et qui, du reste, ne les ont *même pas données exactement* !), auraient pu s'épargner cette peine s'ils avaient bien voulu lire nos publications précédentes (et notamment celle publiée en collaboration avec le Service de l'Hydrographie Nationale), où *toutes* les indications bibliographiques sont données, et *exactement* ! Ils y auraient vu également que le premier en date n'est aucun de ceux qu'ils connaissent, mais bien M. Th. Schlœsing (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, t. LVII, p. 164, 20 juillet 1863);

2° Certes, l'usage des méthodes chimiques pour le jaugeage des débits est pratiqué depuis longtemps; nous l'avons également dit dans nos dernières publications, mais *les résultats si incertains et parfois si mauvais* que ces méthodes anciennes ont donnés sont aussi, hélas ! trop connus.

M. Boucher, pas plus que nos précurseurs, n'a la prétention d'avoir « inventé » le procédé. Il ne peut être ici question d'*invention*, car les méthodes de jaugeage par voie chimique ne sont que des *applications* du principe des mélanges de fluides, et de l'analyse chimique des solutions extrêmement diluées. Or, si les méthodes de nos prédécesseurs ne sont pas arrivées à se généraliser, c'est parce qu'elles péchaient toutes par le même point : leur méthode d'analyse chimique était ou trop compliquée pour tout autre qu'un chimiste expérimenté, ou trop peu exacte pour fournir une approximation suffisante du débit cherché. Spécialisé dans le domaine de la Chimie analytique, et ayant eu par ce fait l'occasion d'expérimenter moi-même tous les procédés d'analyse proposés, je me bornerai à relever ici la seule méthode qui ait quelque valeur au point de vue des jaugeages de cours d'eau et de turbines sans le concours d'un chimiste de profession, celle de M. Ch. Louis. Cette méthode a été établie par son auteur à peu près en même temps que la nôtre (bien que, par suite de circonstances personnelles, nous n'ayons publié nos premiers résultats qu'en 1910), et nous n'en avions pas connaissance au moment de nos travaux. C'est la méthode qui se rapproche le plus de celle que nous avons créée, mais elle ne donne l'approximation théorique de 1 à 2 °/₀ qu'entre des mains très habiles et expérimentées.

M. A. Mesnager ne se doute pas, vraisemblablement, qu'à moins de faire faire les analyses gravimétriquement par des chimistes experts, il ne peut garantir une approximation de plus de 5 °/₀ dans les cas les plus favorables;

3° Tout en écartant la prétention d'avoir inventé, nous prétendons cependant avoir établi une méthode fouillée, en tous points supérieure aux ébauches antérieures. Cette supériorité s'affirme essentiellement aux trois points de vue suivants :

a) Notre méthode est d'une exécution assez *simple* pour pouvoir être employée par n'importe qui, même sans *aucune notion de chimie*. Cette simplicité résulte de l'emploi de liqueurs volumétriques sans titre défini, ce qui supprime complètement le mécanisme habituel et le calcul des analyses, basés sur l'équation chimique.

b) Notre méthode d'analyse est d'une *exactitude* suffisante pour pouvoir donner un débit *quelconque*, si grand soit-il, *sans aucune difficulté à un pour mille près* [1]. Ce résultat n'a été obtenu qu'après un long travail de recherches, la méthode de Mohr étant d'une sensibilité insuffisante pour la titration de solutions aussi diluées [1]. Seul, un lecteur superficiel de ce travail a pu écrire que notre méthode d'analyse « suppose des manipulations assez longues, qu'on ne peut guère demander qu'à un chimiste de laboratoire exercé » (*Génie Civil*, 1911, t. LVIII, n° 24, p. 499), alors que ces manipulations, je le répète, peuvent être exécutées par un simple garçon de laboratoire ou de bureau.

c) Enfin notre méthode a été *vérifiée* non pas seulement par des moyens approchés, comme ceux dont se sont servis nos prédécesseurs (application au volume d'un réservoir, vitesse d'un flotteur, compteur d'eau, déversoir libre, etc.), mais *par les méthodes physiques les plus exactes* que l'on connaisse actuellement, celles du rideau et du moulinet électrique. De plus, les jaugeages au moyen de ces instruments de précision étaient effectués indépendamment des nôtres par la Direction de l'Hydrographie Nationale Suisse, service établi en Suisse en 1866, et non pas récemment (!), comme le disait par erreur un compte rendu de nos derniers essais (*Génie Civil*, 1913, t. LXIII, n° 1, p. 19).

Dr R. Mellet,
Professeur de Chimie analytique à l'Université de Lausanne.

[1] Le Service de l'Hydrographie Nationale suisse a récemment jaugé la Massa, principal émissaire du glacier d'Aletsch, qui débitait au moment du jaugeage plus de 28 mètres cubes par seconde.

Fabrication d'ammoniaque au moyen de combustibles. — Ce qui caractérise essentiellement les gazogènes Mond, c'est que la gazéification du combustible s'effectue en présence d'une grande quantité de vapeur d'eau (en moyenne 2,5 fois le poids de combustibles). En opérant de cette façon, on arrive à transformer jusqu'à 60-70 °/₀ de l'azote du charbon en ammoniaque, alors qu'avec les procédés ordinaires de distillation on arrive au maximum à 20 °/₀. Ce rendement excessivement élevé en ammoniaque a conduit à envisager le procédé Mond non plus au point de vue de la production de gaz, ce pourquoi il avait été imaginé, mais bien au point de vue de la fabrication de l'ammoniaque.

Cette solution, excessivement originale en ce qu'elle montre l'évolution radicale que peut subir un procédé, va être appliquée par une société anglaise devant exploiter des gisements de charbon au Natal. L'exploitation de ce charbon se fait à ciel ouvert et dans des conditions de prix très avantageuses, puisque les frais d'extraction à la tonne ne s'élèvent qu'à 2 fr. 15. L'installation est prévue pour une production annuelle de 9.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque; le gaz, qui représente 17.500 cheval-heure, n'a pour le moment aucun emploi, étant donné l'éloignement du gisement de tout centre important; les seuls produits récupérés sont l'ammoniaque et le goudron. En somme, cette installation est bien une fabrique d'ammoniaque à partir du charbon, et le gaz n'est plus qu'un sous-produit de cette fabrication. **M. Desmarets.**

§ 5. — Géographie et Colonisation

Les traversées du Groenland : Rasmussen, le capitaine Koch. — Après avoir, dans un aperçu précédemment donné ici [2] sur de récentes explorations du Groenland, résumé celles successivement accomplies par les Danois Erichsen et Mikkelsen, nous avons signalé aussi, comme ayant fait l'une des dernières traversées de cette vaste terre insulaire, l'expédition suisse du Dr de Quervain. De nouveaux noms sont à ajouter encore à la liste des explorateurs qui ont effectué le redoutable passage de l'inlandsis d'une côte à l'autre : Rasmussen et le capitaine Koch.

L'explorateur danois Knud Rasmussen, d'origine groenlandaise par sa mère, qui, en 1902, avait observé la tribu d'Esquimaux du cap York, sur la côte occidentale du Groenland, avait projeté de rechercher sur les lieux mêmes des données sur l'origine des Esquimaux de cette terre et sur les routes d'immigration qu'ils

[1] *Bull. techn. de la Suisse romande*, 1910, n° 11.
[2] *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1913, p. .

avaient pu suivre. Il partit de Copenhague le 10 juillet 1910, avec le Danois Freuchen, et, ayant gagné la baie Melville, il alla installer au cap York une station d'hivernage qu'il appela Thulé, se proposant d'entreprendre de là des reconnaissances sur les deux rives du détroit de Smith et d'étudier les classes d'Esquimaux établis dans ces parages. Ce programme fut grandement rempli. Pendant les trois années de leur séjour dans les régions arctiques, les deux voyageurs parcoururent environ 12.000 kilomètres dans les parties les moins connues du Groenland septentrional et rapportèrent de ce voyage de nombreuses observations scientifiques.

La partie la plus importante de leur itinéraire a été la double traversée qu'ils ont faite du Groenland, dans l'année 1912[1]. Il se trouve que celle de l'expédition de Quervain, au cours de la même année, se place entre le voyage de l'Ouest à l'Est, accompli par Rasmussen, et son voyage de retour, de l'Est à l'Ouest.

Partis de leur station de Thulé, le 6 avril 1912, avec deux Esquimaux, Rasmussen et Freuchen se portèrent à travers l'inlandsis, dans la direction du Nord-Est, vers le fjord du Danemark, sur la côte septentrionale du Groenland, qu'ils atteignirent le 22 avril, ayant effectué, du 76e au 81e degré de latitude, une route de 1.230 kilomètres. Ils étaient parvenus sur l'inlandsis en gravissant le glacier Markham et trouvèrent sur leur itinéraire le point culminant du plateau glacé à 2.225 mètres. Quelques jours après, la caravane arriva au camp où avait séjourné Mylius Erichsen pendant l'été de 1907.

De ce point, Rasmussen et ses compagnons se dirigeant vers l'Ouest, gagnèrent la terre de Peary et reconnurent qu'elle se trouve réunie à la grande terre par un isthme très large, caractérisé par une forte fusion des neiges et par l'abondance du gibier; ainsi se trouvait confirmée la découverte d'Erichsen qui avait constaté l'inexistence du chenal de Peary. Non sans peine, escaladant montagnes et glaciers, les voyageurs atteignirent le Navy Cliff, la haute falaise qui marqua le terme du raid de Peary vers l'Est en 1892; ils y retrouvèrent le cairn élevé par le voyageur ainsi que la relation sommaire de son exploration laissée par lui et qu'ils rapportèrent. L'expédition avait ainsi relié les itinéraires de Mylius Erichsen et de Peary.

Dans le nord de la terre de Peary, les voyageurs danois rencontrèrent, par 82° à 83°, des cercles de pierres marquant l'emplacement de tentes d'Esquimaux. Cette découverte fournissait une précieuse indication sur les migrations des Esquimaux; on pouvait en conclure que des tribus avaient émigré de l'ouest à l'est du Groenland en en faisant le tour par les côtes septentrionales.

De Navy Cliff, Rasmussen et Freuchen regagnèrent leur station de Thulé en effectuant, à travers l'inlandsis, un nouveau voyage de 1.000 kilomètres, du 26 août au 15 septembre 1912.

Ces deux traversées de l'inlandsis avaient été accomplies avec une remarquable célérité, les voyageurs ayant pu parcourir par jour sur leurs traîneaux 65 kilomètres à l'aller, une fois même jusqu'à 88, et 50 kilomètres au retour.

Les voyageurs achevèrent, au début de 1913, leur expédition par une périlleuse entreprise; partis en janvier 1913, c'est par la banquise de la baie Melville, de la baie de Baffin et du détroit de Davis qu'ils gagnèrent Holstenborg, par 66°50 de latitude, sur la côte occidentale du Groenland, où ils arrivèrent au mois d'avril. Le 10 mai, ils débarquèrent à Copenhague.

Aux hardies traversées du Groenland de Rasmussen et de A. de Quervain, s'ajouta en 1913 celle du capitaine J.-P. Koch[1], ancien membre de l'expédition Erichsen, dont nous avions annoncé le départ.

Parti en juin 1912 avec le météorologiste A. Wegener, le capitaine Koch est aujourd'hui de retour, ayant pu réaliser, sinon tout le programme qu'il s'était tracé, au moins l'une des parties les plus importantes.

Le capitaine Koch s'était proposé de gagner la Terre de la Reine-Louise, découverte par l'expédition Erichsen, qui semblait être une partie de la côte orientale du Groenland plus chaude et plus sèche que les contrées avoisinantes, et où il comptait hiverner. L'expédition aborda à la baie Dove, mais elle dut renoncer à transporter les bagages jusqu'à la Terre de la Reine-Louise, et l'expédition en traîneau vers cette terre, en octobre 1912, fut marquée par de fâcheux incidents : M. Wegener se brisa une côte dans une chute et le capitaine Koch se cassa une jambe en tombant dans une crevasse, ce qui l'obligea à garder l'immobilité pendant trois mois.

Ce fut seulement en mars 1913 que l'expédition put se remettre en marche. Le 20 avril, elle laissa la côte orientale avec cinq traîneaux et cinq poneys pour faire route vers l'Ouest, afin de traverser le Groenland dans toute sa largeur, ainsi qu'elle l'avait projeté. Elle y réussit, non sans souffrances d'ailleurs. Le temps fut des plus mauvais pendant toute une partie du trajet. Tandis qu'on approchait de la zone crevassée qui avoisine la côte occidentale, il fallut abattre le dernier cheval. Puis les vivres vinrent à manquer, et la tempête devint si terrible que les voyageurs durent rester pendant trente-cinq heures, privés de nourriture, à l'abri d'un rocher. Déjà cependant la terre du littoral avait apparu; le 5 juillet, la petite troupe atteignit l'extrémité d'un des bras du Laxefjord. Un bateau recueillit les explorateurs et les conduisit à Prôven, près d'Upernivik.

La traversée que le capitaine Koch avait pensé pouvoir faire beaucoup plus facilement avec des poneys islandais fut au contraire plus longue que celles de Rasmussen, dont les traîneaux furent tirés par des chiens. Elle eut lieu de l'Est à l'Ouest, c'est-à-dire dans le sens du voyage de retour de Rasmussen, de 77° à 72° de latitude, et l'itinéraire en fut de 1.150 kilomètres. L'altitude maximum atteinte, 2.950 m., dépasse toutes celles rencontrées par les précédents explorateurs qui ont traversé le Groenland. Nansen avait atteint, en 1888, 2.716 mètres, Peary en 1892 et 1895, 2.225 et 2396. Ensuite étaient venus Rasmussen et de Quervain. Le capitaine Koch est donc le cinquième voyageur qui ait fait une traversée complète du Groenland. La plus méridionale a été celle de Nansen; c'est Peary qui a été le plus au Nord. Le plus long trajet a été la route d'aller de Rasmussen, le plus court celui de Nansen.

Il résulte de la comparaison des altitudes extrêmes atteintes par ces voyageurs et de leurs positions vers l'Est ou vers l'Ouest, ainsi qu'en latitude, que la ligne de faîte du Groenland ne correspond nullement à sa ligne médiane, mais qu'elle affecte plutôt un tracé sinueux, et qu'il existe, dans l'intérieur de cette terre, plusieurs centres glaciaires culminants[2].

Gustave Regelsperger.

[1] Voir un article de M. Charles Rabot, dans *La Géographie*, 15 mai 1913, p. 375-377, d'après le *National Tidende*, de Copenhague (numéro du 6 mai 1913).

[1] On doit au capitaine Koch d'importants travaux cartographiques. Il a apporté une notable collaboration à l'établissement de la carte d'Islande au 50.000e, dressée par l'État-major danois, et il a notamment levé une partie du versant méridional du Vatnajökull, dont il a ainsi contribué à fournir la première représentation exacte. Puis, ayant fait partie de l'expédition Erichsen, c'est lui qui, au retour, a dressé des cartes de la vaste région explorée. Ces travaux lui ont valu, en 1913, une médaille de la Société de Géographie (*La Géographie*, 15 mai 1913, p. 395).

[2] Baschin : Drei neue Grönland-Durchquerungen. *Zeitschrift Gesellschaft Erdkunde*, Berlin, 1913, n° 7, p. 566-571; *Annales de Géographie*, 15 novembre 1913, p. 472-473.

LES VENINS

L'étude expérimentale des venins en général, et des venins de serpents en particulier, a donné lieu à la publication d'un très grand nombre de notes et mémoires : C. J. Martin et G. Lamb, dans leur brochure, *Snake-poison and snake-bite*[1], en indiquent 80, dont les auteurs portent des noms bien connus des biologistes : Brazil, Calmette, Elliot, Flexner, Kyes, Lamb, C. J. Martin, Noguchi, Phisalix et Bertrand, Tidswell, etc. Etudes chimiques, physiologiques et toxicologiques des venins, immunisation et sérothérapie, symptomatologie des envenimations chez l'homme et chez les animaux, toutes les questions avaient été abordées, de nombreux résultats avaient été obtenus, et il semblait que la monographie consacrée par A. Calmette aux venins représentait une histoire complète, et pour longtemps complète, des intoxications venimeuses.

Pourtant les recherches poursuivies depuis quelques années dans mon laboratoire ont permis de manifester des propriétés nouvelles des venins, et les interprétations que nous avons proposées éclairent, semble-t-il, d'une lumière plus vive la question des envenimations. Nos études sont d'ailleurs assez avancées pour former une masse compacte, et pour permettre de faire un exposé d'ensemble.

I

Toutes nos recherches ont été faites sur le lapin, toutes les injections ont été faites dans les veines. En choisissant le lapin comme animal d'expérience, nous avons pu obtenir des résultats rigoureusement comparables et multiplier presque à l'infini les essais. En pratiquant toujours des injections intraveineuses, nous n'avons pas eu à tenir compte de la vitesse de pénétration du poison, laquelle, au moins pour certaines envenimations, modifie profondément la symptomatologie.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 2 milligrammes de venin de *Naja tripudians* (Cobra d'Asie), on constate que l'animal, après une période d'incubation durant dix minutes environ, présente une dyspnée progressivement croissante, tombe sur le flanc, manifeste quelques convulsions généralisées, mais peu violentes, et finalement demeure inerte, le cœur continuant à battre pendant quelques minutes, en s'affaiblissant peu à peu. Si, avant l'arrêt du cœur, on insuffle systématiquement de l'air dans les poumons du lapin intoxiqué, on constate que l'activité du cœur persiste, et persiste tant qu'on pratique la respiration artificielle; d'où l'on tire cette conclusion très légitime que la mort est, dans ce cas, la conséquence de la suppression de la respiration. Les symptômes observés étant ceux qui se manifestent à la suite de l'injection sous-cutanée de curare, on est conduit à rapprocher la cobraïsation de la curarisation, et ce rapprochement est justifié, car, dans la cobraïsation comme dans la curarisation, l'arrêt respiratoire est la conséquence d'une paralysie périphérique due à l'interruption des relations normales entre le nerf moteur et le muscle : les nerfs ont conservé leur conductibilité, mais les muscles sont comme s'ils ne recevaient plus des nerfs moteurs les incitations motrices. Le venin de *Naja tripudians* est un curare.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 2 milligrammes de venin de *Vipera Russellii* (Daboïa de l'Inde), on constate, après une période d'incubation très courte, ne dépassant pas le plus souvent une à deux minutes, des accidents immédiatement très graves : le lapin tombe sur le flanc, présente des convulsions d'une extrême violence, pousse quelques cris aigus et accomplit quelques respirations profondément dyspnéiques. L'auscultation du cœur, pratiquée à ce moment, permet de reconnaître qu'il ne présente plus que des contractions extrêmement faibles, si faibles qu'elles sont sans doute inefficaces pour assurer la circulation du sang. Les muscles sont contractiles, et se contractent soit par excitation directe, soit par excitation de leur nerf moteur. Le lapin n'est donc pas mort curarisé : la symptomatologie notée, le résultat de l'excitation des nerfs moteurs, prouvent qu'il faut chercher ailleurs la cause de la mort. Si l'on pratique l'autopsie, on constate la présence, dans les cavités du cœur, des veines caves, de la veine porte, etc., de volumineux caillots sanguins, remplissant complètement les cavités qu'ils occupent. La mort a été produite par arrêt de la circulation, conséquence de la coagulation intravasculaire du sang. Le venin de *Vipera Russellii* est un venin coagulant.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 5 à 6 milligrammes de venin de *Crotalus adamanteus* (Serpent à sonnette de Floride), — car ici 2 milligrammes ne détermineraient que des accidents temporaires, — on constate que l'animal se couche presque immédiatement après l'injection, présentant une respiration précipitée, puis, au bout de quelques minutes, il tombe inerte sur le flanc. L'autopsie ne révèle, dans les cavités du cœur et

[1] Reprinted from : *A system of Medicine.*

des grosses veines, aucun caillot, même partiel; les muscles se contractent quand on excite leurs nerfs moteurs. Le venin de *Crotalus adamanteus* n'est pas un venin coagulant, il n'est pas un venin curarisant. Il représente un troisième type de venin; mais l'examen sommaire des accidents et l'autopsie sont insuffisants pour nous faire connaître quelle est ici la cause de la mort.

II

L'analyse des faits d'envenimation, à l'aide des méthodes physiologiques, permet de reconnaître des caractères communs, plus ou moins accentués sans doute, à toutes ces intoxications, alors que l'analyse trop simple que nous avons pratiquée jusqu'ici ne permettait guère de reconnaître que des dissemblances, en apparence irréductibles.

L'analyse physiologique, telle que nous l'avons pratiquée, porte sur les phénomènes circulatoires, sur les phénomènes respiratoires et sur la coagulabilité du sang. On peut, en mettant en communication la cavité d'une artère carotide et un manomètre inscripteur à mercure, obtenir facilement des graphiques fournissant, pour chaque moment de l'expérience, la valeur de la pression artérielle et le rythme du cœur. On peut, en appliquant un pneumographe sur la base du thorax et conjuguant ce pneumographe avec un tambour enregistreur, recueillir des graphiques faisant connaître, pour chaque instant, le rythme et l'amplitude de la respiration. On peut enfin, en faisant couler dans une capsule de porcelaine le sang artériel, au moyen d'une canule introduite dans la seconde carotide, et en notant le moment d'apparition des premiers flocons fibrineux et le moment de la coagulation massive, obtenir des renseignements suffisants sur la coagulabilité du sang.

Quand on injecte dans les veines du lapin 2 milligrammes de venin de *Crotalus adamanteus*, on note, sur la courbe de la pression artérielle, une chute de pression se produisant moins de 30 secondes après l'injection et amenant très brusquement la pression à la moitié de sa valeur primitive, sans modification reconnaissable du rythme cardiaque : la pression se maintient à ce niveau inférieur pendant 8 à 10 minutes pour la dose de venin indiquée, puis elle se relève lentement, pour atteindre, une demi-heure après l'injection, une valeur voisine de sa valeur normale, mais pourtant encore un peu inférieure à cette valeur normale.

En même temps, le rythme respiratoire s'est brusquement accéléré, et le plus souvent le nombre des mouvements respiratoires passe de 40-60, valeur normale, à 250-300 par minute : c'est là une véritable polypnée toxique, qui persiste 10 minutes, un quart d'heure et même plus, selon le sujet en expérience.

Enfin, si l'on retire de la carotide, quelques minutes après l'injection, quelques centimètres cubes de sang, on constate que les premiers flocons fibrineux n'y apparaissent qu'une heure, une heure et demie ou plus après la prise, tandis qu'on les reconnaît très nettement déjà 20 à 25 minutes après la prise quand le sang provient d'un lapin qui n'a subi aucune injection.

Quand on injecte dans les veines du lapin 6 milligrammes de ce venin de *Crotalus adamanteus*, dose rapidement mortelle, comme nous l'avons noté ci-dessus, les mêmes phénomènes se manifestent : la chute de pression se produit avec la même netteté, mais plus profonde, — la pression tombe à un sixième de la valeur primitive, — la polypnée se produit, la diminution de coagulabilité du sang se reconnaît. Mais la pression ne se relève plus, et, quelques minutes après l'injection, on voit l'aiguille du manomètre s'abaisser lentement, tombant vers zéro; la mort survient ici par dépression.

On obtient, en expérimentant avec le *Crotalus atrox* de Floride, exactement les mêmes résultats.

La signification de ces faits d'intoxication crotalique devient très nette, si l'on veut bien les rapprocher des phénomènes de la réaction séro-anaphylactique du lapin. On sait qu'il est possible d'injecter dans les veines du lapin neuf du sérum de cheval en quantité même considérable (50 centimètres cubes, 100 centimètres cubes et plus), sans produire aucun accident circulatoire, respiratoire ou autre. Mais, si l'injection intraveineuse de sérum de cheval est faite chez un lapin qui a reçu à plusieurs reprises sous la peau de l'abdomen du sérum de cheval, les injections préparatoires étant espacées de quelques jours, des accidents se manifestent, qui, selon les sujets et leur degré de préparation, sont temporaires ou rapidement mortels. Dans les deux cas, ces accidents comprennent la chute primitive, brusque, importante, de la pression artérielle, l'accélération respiratoire polypnéique, la diminution de la coagulabilité du sang. Quand les accidents sont temporaires, la pression finit par se relever lentement, comme elle le fait à la suite de l'injection de 2 milligrammes de venin de *Crotalus adamanteus*; quand les accidents conduisent à la mort, la pression s'abaisse progressivement vers zéro, et la mort se produit par dépression, comme à la suite de l'injection de 6 milligrammes de venin de *Crotalus adamanteus*.

L'intoxication crotalique et l'intoxication séro-anaphylactique apparaissent ainsi comme équivalentes. Or, nos recherches sur la séro-anaphylaxie du lapin et du chien et sur l'anaphylaxie générale

du lapin ont établi que les réactions anaphylactiques sont identiques, au moins qualitativement, aux réactions provoquées, chez les mêmes animaux, par l'injection intraveineuse de protéines toxiques (protéoses pour le chien, extraits d'organes ou sérums toxiques pour le lapin). Donc les réactions d'intoxication anaphylactique et d'intoxication crotalique doivent être considérées comme des réactions d'intoxication protéique.

Le venin de *Crotalus adamanteus* doit ses propriétés toxiques à une albumine toxique qu'il renferme et qui provoque l'apparition des symptômes de l'intoxication protéique.

L'analyse physiologique de l'intoxication par le venin de Daboïa est rendue presque impossible par la propriété que possède ce venin de provoquer presque instantanément des caillots dans les gros vaisseaux. Cet accident masque les autres phénomènes de l'intoxication et rend tout rapprochement en apparence impossible.

Après avoir fait plusieurs tentatives pour empêcher cette coagulation de se produire (injection préalable d'extrait de têtes de sangsues, injection sous-cutanée préalable de venin de Daboïa, injections fractionnées de ce venin dans les veines, etc.), nous avons adopté le procédé suivant qui a donné des résultats parfaits, et qui représente une méthode générale d'étude des venins coagulants. On commence par injecter sous la peau de lapins, à quatre ou cinq reprises, les injections étant faites de huit jours en huit jours, une faible dose de venin, 1/5 de milligramme par exemple; puis on injecte dans les veines de l'animal ainsi préparé 2 milligrammes du même venin de Daboïa. La coagulation intravasculaire ne se produit pas et l'on assiste à l'évolution d'accidents, qui sont l'image exacte de ceux qui ont été notés dans l'intoxication crotalique ci-dessus décrite : chute primitive, brusque, de la pression, accélération respiratoire (mais non pas ici polypnée), incoagulabilité du sang; d'ailleurs, selon que la dose injectée dans les veines sera de 2 milligrammes ou de 5 à 6 milligrammes, la pression artérielle remontera à la normale, ou s'abaissera progressivement vers zéro, c'est-à-dire la guérison se produira ou la mort par dépression.

Ici donc, le venin de Daboïa a tué ou a provoqué des accidents par intoxication protéique. Entre les deux venins de *Crotalus adamanteus* et de *Vipera Russellii*, la différence réside dans leur action immédiate sur le sang; le premier le rend peu coagulable, le second le fait coaguler chez les lapins normaux. Mais déjà, et depuis longtemps, les physiologistes ont observé des faits analogues dans les intoxications protéiques : l'injection intraveineuse de protéoses chez le chien produit l'incoagulabilité du sang; l'injection de nucléo-protéides, chez le même animal, produit des coagulations intravasculaires généralement mortelles.

Nous avons ainsi ramené les trois types de venins que nous avons tout d'abord admis à deux types, le type protéotoxique (*Crotalus adamanteus* et *Vipera Russellii*) et le type curarisant (*Naja tripudians*).

Mais, reprenons avec le venin de Cobra (*Naja tripudians*) l'analyse physiologique que nous venons de faire. Injectons dans les veines du lapin 2 milligrammes de venin, et recueillons les graphiques de la pression artérielle et de la respiration. Peu de temps (trente secondes à une minute) après l'injection, on constate la production d'une diminution modérée (1 à 2 centimètres de mercure) de la pression artérielle, durant six à huit minutes en général; en même temps, la respiration s'est un peu accélérée, passant du rythme 40-60 par minute au rythme 60-80 pendant quelques minutes. C'est alors, mais alors seulement, huit à dix minutes après l'injection, que se révèlent les faits curariques de dyspnée et d'asphyxie, ralentissement respiratoire et élévation de la pression artérielle. Ainsi, peut-on noter deux groupes d'accidents : des accidents primaires traduisant une très légère intoxication protéique (on note aussi de la diminution de coagulabilité du sang), et des accidents secondaires de curarisation venant masquer les premiers accidents.

Comme il a été possible d'éliminer les faits de coagulation dans l'intoxication par le venin de Daboïa, et d'observer nettement les faits circulatoires d'intoxication protéique, on y peut réussir aussi dans la cobraïsation. Ici, l'asphyxie consécutive à la paralysie périphérique entraîne des troubles de circulation : supprimons l'asphyxie, en pratiquant la respiration artificielle; nous supprimerons par là même l'hypertension et assisterons à l'évolution de la seule intoxication protéique. Dans ces conditions, on constate que le venin de Cobra injecté à la dose de 2 milligrammes provoque la dépression déjà notée, dépression éminemment temporaire, ne persistant pas plus de dix à quinze minutes après l'injection : la survie est assurée d'une façon parfaite par la respiration artificielle. Injecté à la dose de 5 à 6 milligrammes, le venin de Cobra provoque une dépression plus grande, qui n'a aucune tendance à disparaître, mais qui, bien au contraire, finit par s'accentuer et par conduire tout doucement l'animal à la mort par dépression, malgré la respiration artificielle.

Il est possible, d'ailleurs, de manifester autrement encore, en l'exagérant, l'action protéotoxique

du venin de Cobra. Injectons sous la peau de lapins, de huit jours en huit jours, 1/5 de milligramme de venin de Cobra, renouvelons l'injection préparatoire cinq ou six fois, puis injectons dans les veines du lapin 2 milligrammes de venin de Cobra. La dépression protéotoxique se produit avec une intensité considérable et son évolution peut être suivie sans difficulté, car, en général, la préparation à laquelle a été soumis le lapin a suffi à l'immuniser contre l'action curarisante de 2 milligrammes de venin. Dans ces conditions, l'intoxication évolue rigoureusement comme l'intoxication crotalique : dépression considérable, polypnée, incoagulabilité du sang, puis tantôt retour à la pression normale et guérison, tantôt abaissement progressif de la pression et mort.

Le venin de Cobra est donc lui aussi protéotoxique, et s'il représente un type distinct, parce qu'il est en outre curarisant (propriété qui ne rentre pas dans la protéotoxie), il se rattache au groupe général des venins par ses propriétés protéotoxiques.

Tous les venins sont donc protéotoxiques; quelques-uns sont, en outre, curarisants (venins des Cobras et Bungares asiatiques; venins des serpents australiens); quelques autres sont coagulants (type fibrin-ferment).

Le problème de la coagulation du sang est assurément l'un des plus touffus qui soient, et l'un de ceux pour lesquels les solutions proposées sont les plus discordantes. Mais il est possible pourtant de noter quelques faits incontestables. Quand on fait arriver comparativement le sang puisé dans une artère à l'aide d'une canule munie d'un tube de caoutchouc soit dans l'eau salée, soit dans une solution de nucléoprotéides, on constate que le premier mélange coagule lentement, tandis que le second coagule presque instantanément : les nucléoprotéides sont des agents coagulants. Par quel mécanisme sont-ils coagulants? Préparons une solution de fibrinogène, ou recueillons du plasma de sang oxalaté ou citraté (non spontanément coagulable), et ajoutons à ces liqueurs la solution de nucléoprotéide : nous ne provoquons pas la transformation fibrineuse, tandis qu'on la provoque en leur ajoutant soit du sérum sanguin, soit une solution de fibrinferment. Les nucléoprotéides ne sont donc pas équivalentes au fibrinferment, puisqu'elles ne sont pas capables d'engendrer de la fibrine, là où le fibrinferment en peut produire. Ces considérations conduisent à distinguer deux catégories d'agents coagulants : les uns, comparables aux nucléoprotéides, agissant sur les liqueurs sanguines totales et sur celles-là seulement; les autres, comparables au fibrinferment, et agissant sur les solutions de fibrinogène ou liqueurs équivalentes.

L'action coagulante des nucléoprotéides peut être considérée comme un élément de l'intoxication protéique; l'action coagulante du fibrinferment est d'une autre nature. Or, parmi les venins, les uns (venins de Daboïa, de serpents australiens, etc.) se comportent comme les nucléoprotéides et précipitent la coagulation du sang qu'on reçoit dans une de leurs solutions, mais n'ont pas d'action coagulante sur les liqueurs fibrinogénées non spontanément coagulables; les autres (venins des Crotales et des Bothrops américains) agissent à la fois sur le sang total et sur les liqueurs fibrinogénées non spontanément coagulables. Les premiers sont coagulants (type nucléoprotéide), et cette action appartient au groupe des faits protéotoxiques; les seconds sont coagulants (type fibrinferment) et cette action vient s'ajouter à leur activité protéotoxique.

En résumé, tous les venins sont des agents protéotoxiques et quelques-uns même sont exclusivement protéotoxiques; mais quelques autres sont doués d'une propriété supplémentaire : tantôt ils sont curarisants, tantôt ils sont coagulants (type fibrinferment).

III

Cette conception des envenimations n'a pas une simple valeur théorique; elle permet, en rapprochant des groupes de phénomènes analogues, d'éclairer respectivement leurs histoires biologiques. Les faits mis en lumière dans les intoxications protéiques peuvent être recherchés dans les intoxications venimeuses et inversement. En voici quelques exemples.

Les intoxications protéiques n'ont pas la même symptomatologie chez toutes les espèces : l'injection intraveineuse de protéoses faite chez le chien détermine une chute de la pression artérielle, une incoagulabilité du sang, un état général comateux; l'injection intraveineuse de sérum toxique chez le lapin détermine une chute de pression, une accélération respiratoire pouvant aller jusqu'à la polypnée, une diminution de la coagulabilité du sang; les deux symptomatologies ont des points communs, mais ne se superposent pas exactement. On peut donc penser que les intoxications venimeuses ont, pour un même venin, une symptomatologie qui est fonction de l'espèce de l'animal intoxiqué; l'expérimentation justifie cette prévision.

Les intoxications protéiques se manifestent avec une symptomatologie plus ou moins touffue chez les animaux d'une espèce donnée, suivant la nature de la protéine injectée : tantôt par exemple, chez

le lapin, on note, outre la dépression, qui est le phénomène le plus constant, de la polypnée, du péristaltisme intestinal, etc.; tantôt la respiration est simplement accélérée et le péristaltisme tout au plus indiqué; tantôt la respiration conserve son rythme et le péristaltisme fait défaut. Les intoxications protéiques sont donc frustes dans certains cas; on peut les considérer toutes comme des formes plus ou moins réduites d'une entière intoxication protéique, ou *holoprotéotoxie*, dont les éléments sont progressivement découverts par les expérimentateurs. Les intoxications venimeuses sont, elles aussi, plus ou moins complexes et représentent des formes réduites d'une *holovenimotoxie*, qui est, elle, identique à l'holoprotéotoxie.

On sait qu'en injectant sous la peau d'un animal une liqueur albumineuse, on engendre, après une période d'incubation d'environ huit jours, un état d'anaphylaxie, grâce auquel l'albumine considérée devient toxique, ou devient plus toxique pour l'animal préparé. En injectant sous la peau du lapin une solution d'un venin, à dose non mortelle, on engendre aussi l'état anaphylactique, grâce auquel l'injection intraveineuse du même venin chez l'animal préparé provoque des accidents protéotoxiques exagérés.

Parmi les accidents de la réaction d'anaphylaxie chez le lapin, l'un des plus typiques est représenté par l'ensemble des lésions cutanées se développant au niveau des injections tardives, et constituant le phénomène d'Arthus. Or, si on injecte sous la peau du lapin, selon le mode anaphylactisant, une solution diluée de venin, incapable de produire une réaction locale appréciable, on note, quand cette injection est plusieurs fois répétée, que des lésions locales, rappelant les lésions locales d'anaphylaxie, se développent au niveau des injections tardives et évoluent comme ces dernières. Ces lésions locales sont depuis longtemps connues par les techniciens qui ont immunisé des animaux contre les venins; mais leur signification semble leur avoir échappé.

Si les intoxications venimeuses sont des intoxications protéiques, et si, comme ces dernières, elles représentent une forme plus ou moins réduite de l'holoprotéotoxie, on peut se demander s'il y a lieu de considérer, à côté des accidents protéotoxiques des envenimations, d'autres accidents, complémentaires, non protéotoxiques, tels que les curarisations qu'on note dans les intoxications par les venins des Najas et des Bungares.

Peut-être l'action curarisante rentre-t-elle dans le cadre de l'holoprotéotoxie? A cette question, on peut répondre non, pour deux raisons. D'abord, on n'a jamais signalé, parmi les phénomènes relevant d'une intoxication protéique quelconque, des paralysies de nature curarique. Ensuite et surtout, quand on injecte à plusieurs reprises sous la peau de lapins du venin de Cobra, à dose non mortelle, on constate que l'injection intraveineuse du même venin, chez ces animaux préparés, provoque une intoxication dans laquelle les faits protéotoxiques sont exaltés, tandis que les faits curariques sont légèrement atténués. Il est donc légitime de séparer les deux groupes de phénomènes et de considérer la cobraïsation comme une envenimation mixte, protéotoxique et curarisante.

Quand on injecte dans les veines du lapin le venin du scorpion d'Egypte, *Buthus quinque striatus*, on constate que la pression artérielle s'élève de plusieurs centimètres et se maintient à ce niveau anormal pendant plusieurs minutes, alors que le cœur bat à un rythme ralenti; on ne note pas d'accélération respiratoire, on a peine à reconnaître une diminution de la coagulabilité du sang. Le tableau de l'envenimation scorpionique ne ressemble donc pas du tout à celui de l'envenimation par venin de Crotales ou de Daboïa.

Mais, supposons qu'au lieu d'injecter le venin de Scorpion à un lapin neuf, on l'injecte dans les veines d'un lapin qu'on a anaphylactisé : on note que, presque aussitôt après l'injection, la pression artérielle tombe brusquement, comme dans l'intoxication protéique; elle se relève, sans doute, presque aussitôt, mais elle ne tarde pas à retomber au-dessous de la normale; une accélération respiratoire peut être notée, le sang subit manifestement un retard de coagulation. Ce sont là les phénomènes protéotoxiques, manifestables grâce à l'état d'anaphylaxie de l'animal, mais compliqués par des phénomènes supplémentaires, l'ascension temporaire de la pression et le ralentissement cardiaque. Que sont ces derniers phénomènes? Sont-ils des manifestations holoprotéotoxiques absentes dans la plupart des envenimations, sont-ils des manifestations spécifiques, comme sont spécifiques dans la cobraïsation les manifestations curariques?

Anaphylactisons des lapins par injections sous-cutanées de venin de Cobra, de venin de Daboïa, de venin de Crotale, puis enregistrons chez eux les modifications de la pression artérielle et du rythme cardiaque, consécutives à l'injection du venin correspondant : nous notons l'élévation temporaire de la pression interrompant momentanément la chute protéotoxique, et le ralentissement cardiaque. Ces deux phénomènes, absents de la symptomatologie des envenimations, y apparaissent chez les animaux anaphylactisés : ils sont donc faits d'holoprotéotoxie.

IV

L'étude des venins n'est pas seulement importante en elle-même; elle l'est surtout par les

conséquences qu'elle comporte au point de vue de la physiologie générale des toxines : elle permet, en effet, de solutionner, parfois d'une façon frappante et élégante, des problèmes, qui, examinés à la lumière des propriétés des toxines microbiennes, présentent de nombreuses incertitudes. En voici quelques exemples.

On a souvent opposé l'un à l'autre les deux états de réceptivité désignés sous les noms d'immunité et d'anaphylaxie, le premier, dans lequel l'animal résiste mieux qu'un animal normal à l'action d'un poison, le second, dans lequel il est, au contraire, plus sensible à cette action. On a même soutenu l'opinion que l'état d'immunité succède à l'état d'anaphylaxie. Or, l'étude de la cobraïsation permet d'éclairer vivement ce problème. Supposons qu'on ait injecté quatre ou cinq fois, à huit jours d'intervalle, sous la peau abdominale d'un lapin 1/5 de milligramme de venin à chaque injection, et que, cinq à six semaines après le début de la préparation, on pratique l'essai de sensibilité en injectant dans les veines du lapin 2 milligrammes du même venin ; on constate que les accidents primaires ou protéotoxiques, chute de pression, accélération respiratoire, etc., sont considérablement exagérés (les accidents locaux, qui ne se produisent pas quand on injecte sous la peau d'un lapin neuf 1/5 de milligramme de venin en solution à 1 °/₀₀, se développent avec une grande intensité chez le lapin préparé) ; le lapin est donc anaphylactisé ; mais, par contre, les phénomènes de curarisation ne se développent que très tardivement, ou au moins beaucoup plus tardivement qu'ils ne se fussent développés pour cette dose de venin chez le lapin neuf : le lapin est donc immunisé. Ainsi est réalisé un état d'anaphylaxie-immunité : anaphylaxie en ce qui concerne les faits d'intoxication protéique, immunité en ce qui concerne les faits d'intoxication spécifique. L'immunité, en général, n'est pas précédée d'une phase d'anaphylaxie, car on ne constate, à aucun moment, une sensibilité exagérée du lapin préparé à l'action curarisante du venin de Cobra ; mais l'anaphylaxie peut conduire à l'immunité : c'est là une question dont la solution n'est pas encore parfaite et que je me borne à noter pour mémoire.

On peut, à l'aide des venins, fixer l'histoire des rapports des toxines et des antitoxines d'une façon très précise, et rectifier certaines notions inexactes acceptées jusqu'ici.

On admet que les antitoxines sont spécifiques et n'exercent leur action neutralisante que sur la toxine utilisée dans la préparation du sérum antitoxique : le sérum antidiphtérique neutralise la toxine diphtérique, mais non pas la toxine tétanique, et inversement. La notion de la non-spécificité des sérums antivenimeux avait été tout d'abord, affirmée le sérum anticobraïque étant capable, prétendait-on, de neutraliser tous les venins de serpents et même quelques venins d'invertébrés. Cette proposition est fausse. On a pu établir que le sérum anticrotalique provenant de chevaux traités par le venin de Cascavel, et le sérum antibothropique provenant de chevaux traités par le venin de Trigonocéphale, sont rigoureusement spécifiques, le premier n'exerçant aucune action sur le second venin, le second n'exerçant aucune action sur le premier venin ; et ce fait est d'autant plus remarquable que les deux venins sont physiologiquement équivalents, c'est-à-dire capables de produire les mêmes accidents quand ils sont injectés à la même dose dans l'organisme d'animaux semblables.

Toutefois, quand les venins considérés proviennent de serpents d'espèces très voisines zoologiquement, le sérum préparé à l'aide de l'un de ces venins agit non seulement sur ce venin, mais encore sur les venins des espèces voisines, à un degré beaucoup moindre toutefois. Le sérum anticobraïque préparé à l'aide de venin de *Naja tripudians* peut neutraliser légèrement les venins de *N. Bungarus*, *Bungarus cœruleus*, etc. ; mais l'action du sérum sur ces derniers est au moins dix à vingt fois plus faible que celle qu'il exerce sur le venin de Cobra.

Ainsi se trouvent beaucoup plus nettement reconnues qu'à propos des toxines microbiennes, les propriétés des antitoxines à l'égard des toxines, au point de vue des rapports de spécificité.

Les antitoxines agissent-elles sur les toxines pour les neutraliser vis-à-vis des éléments anatomiques sensibles à leur action, ou bien agissent-elles sur ces éléments pour les insensibiliser à l'action des toxines correspondantes ? Les biologistes s'étaient, à l'origine, divisés en deux groupes admettant respectivement la première ou la seconde de ces hypothèses, chaque groupe appuyant ses conclusions sur des faits plus ou moins démonstratifs. On admet aujourd'hui que les toxines sont neutralisées par les antitoxines, parce que la neutralisation peut se faire en dehors de l'organisme, pour les toxines végétales hématolytiques, par les antitoxines correspondantes. En réalité, la démonstration ne paraît pas à l'abri de toute objection, puisqu'on agit sur les éléments figurés que sont les globules rouges. La véritable démonstration est fournie par les venins coagulants (type fibrinferment) et par les antitoxines correspondantes. Préparons, selon les procédés classiques, une solution de fibrinogène pur dans l'eau légèrement salée.

Ajoutons à cette liqueur quelques gouttes d'une solution au millième de venin de Cascavel ou de venin de Trigonocéphale : la transformation fibrineuse se fait très rapidement et très complètement. Ajoutons à la même liqueur un peu de sérum anticrotalique ou de sérum antibothropique, puis quelques gouttes de venin de Cascavel ou de venin de Trigonocéphale : le fibrinogène demeure inaltéré. La toxine venimeuse a donc été neutralisée *in vitro* et en dehors de la présence de tout élément vivant.

Les antitoxines agissent-elles sur les toxines lentement, la neutralisation rappelant une action diastasique, ou bien agissent-elles instantanément, comme les acides neutralisent instantanément les alcalis ? Il semble que les auteurs admettent une neutralisation lente et progressive. Or, si on injecte dans les veines d'un lapin un mélange d'un venin fortement protéotoxique et du sérum correspondant, au moment même où il vient d'être préparé, les accidents précoces protéotoxiques ne se produisent pas ; comme on les observe souvent moins de quinze secondes après l'injection du venin seul, la neutralisation du venin par l'antivenin s'est faite en moins de quinze secondes. Les antivenins neutralisent instantanément les venins. A une solution de fibrinogène ajoutons du venin de Cascavel, et choisissons les proportions de telle sorte que la coagulation soit rapide (on l'a obtenue en moins de vingt secondes). A une même solution de fibrinogène, ajoutons du sérum anticrotalique, puis le venin dans les proportions adoptées, la coagulation ne se produit pas ; donc la neutralisation s'est faite dans les vingt premières secondes : la neutralisation a été instantanée.

Les sérums antitoxiques sont-ils curatifs, c'est-à-dire neutralisent-ils les toxines correspondantes alors qu'elles sont déjà fixées sur les éléments anatomiques sensibles à leur action ; ou bien ne sont-ils que préventifs, c'est-à-dire ne neutralisent-ils que les toxines encore libres dans les liquides de l'organisme. Le problème reçoit une très élégante solution dans le cas de la toxine du venin de Cobra. Deux lapins semblables sont trachéotomisés et soumis à la respiration artificielle ; puis on injecte dans leurs veines 2 milligrammes de venin de Cobra. Environ trente minutes après l'injection, l'immobilité absolue est réalisée ; mais le cœur continue à battre et la pression se maintient normale grâce à l'hématose artificielle. Au premier lapin, on injecte dans les veines 5 centimètres cubes de sérum anticobraïque ; au second, on injecte dans les veines 5 centimètres cubes de sérum normal de cheval. Le premier commence à présenter des mouvements deux ou trois heures après l'injection et ne tarde pas à pouvoir respirer spontanément ; le second est encore curarisé et inerte huit heures après l'injection. Donc l'antivenin a neutralisé le venin déjà fixé sur les plaques terminales sensibles à son action. Il serait sans doute imprudent d'appliquer, sans expériences justificatives, cette conclusion à toutes les toxines, et il semble bien qu'elle ne convienne pas au cas de la toxine tétanique ; mais elle est assurément importante et surtout frappante, par sa netteté et par sa précision.

Ces faits, auxquels je pourrais sans peine en adjoindre plusieurs autres, établissent indiscutablement l'importance des études d'envenimation au point de vue du développement de nos connaissances sur les toxines, les antitoxines, l'anaphylaxie et l'immunité.

Maurice Arthus,
Professeur de Physiologie
à l'Université de Lausanne.

ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ

PREMIÈRE PARTIE : FABRICATION

I. — Evolution générale de l'industrie du gaz.

Parmi les modifications qu'a subies l'industrie du gaz, au cours de ces dernières années, celles ayant trait à son utilisation semblent bien plus profondes que celles se rapportant aux procédés de production et de traitement. Il y a une vingtaine d'années, la majeure partie du gaz servait à l'éclairage au moyen de becs genre papillon, becs à jet, etc., dans lesquels le gaz éclairait par ses propres moyens ; pour cela, il fallait qu'il entrât dans sa composition une quantité appréciable de produits riches en carbone, tels que le benzol, puisque ce sont les particules de carbone qui, d'après la théorie la plus généralement admise, rendent la flamme éclairante. A cette époque, il était donc logique d'exiger d'un gaz qu'il eût un pouvoir éclairant élevé : on déterminait la qualité d'un gaz d'après son titre, c'est-à-dire d'après le nombre de litres qu'il en fallait brûler dans l'unité de temps pour obtenir un éclairement donné. A Paris, par exemple, un bec Bengel consommant

105 litres à l'heure devait produire le même éclairement qu'une lampe Carcel brûlant 42 grammes d'huile à l'heure.

Actuellement, la consommation du gaz va généralement en augmentant, mais la proportion de gaz utilisé pour l'éclairage va en diminuant; c'est du côté de la force motrice et du chauffage que se produit le développement. Pour ces deux derniers modes d'emploi, on n'a que faire du pouvoir éclairant; ce qu'il faut, c'est que dans un volume donné on ait le plus possible de calories disponibles : c'est ce qu'indique le pouvoir calorifique du gaz. Et c'est encore par ce pouvoir calorifique que nous pouvons juger de la valeur d'un gaz, même pour l'éclairage, cela par suite de l'emploi presque exclusif de l'incandescence. Un bon éclairage par incandescence dépend de la quantité de chaleur dégagée à l'heure sous le manchon et de la température théorique de la flamme du gaz employé. Or, cette température, que l'on peut calculer par la méthode de M. Le Chatelier, est à peu près la même pour tous les gaz de houille. Il en résulte donc que le pouvoir éclairant par incandescence du gaz est proportionnel au pouvoir calorifique. Ceci montre que ce que l'on doit chercher maintenant, ce n'est plus à produire un gaz à pouvoir éclairant élevé, mais un gaz à pouvoir calorifique élevé; le pouvoir calorifique est d'ailleurs l'expression précise de l'énergie d'un gaz.

Cette évolution subie par le mode d'emploi du gaz a d'heureuses conséquences pour l'avenir de l'industrie gazière : en effet, d'une part, la raréfaction des bons charbons à gaz; d'autre part, les nouveaux procédés de distillation auxquels on a été amené pour diminuer le prix de revient du mètre cube, ont comme conséquence la production d'un gaz de pouvoir éclairant médiocre, mais de pouvoir calorifique plus que suffisant pour les besoins courants; comme nous venons de le voir, cela n'a plus maintenant aucune importance.

Ces idées, unanimement admises par tous les techniciens du gaz français et étrangers[1], n'ont pas reçu en France une application pratique aussi développée que dans certains autres pays, l'Allemagne tout particulièrement. Nous en sommes encore, pour déterminer la qualité d'un gaz, à mesurer son pouvoir éclairant, par une méthode d'ailleurs très remarquable, établie par Dumas et Regnault en 1857. Quand on songe aux perfectionnements réalisés au point de vue de l'éclairage par le gaz depuis cette époque, on voit de suite qu'en France nous sommes quelque peu en retard. Ce sont des errements de même nature qui sont cause qu'en France, à de très rares exceptions près, on ne mélange pas au gaz de houille du gaz à l'eau, procédé employé dans tous les autres pays, qui permet de fournir un gaz de pouvoir calorifique très suffisant, tout en abaissant le prix de revient du mètre cube et en donnant, par sa souplesse, la facilité de parer aux à-coups.

Ce maintien du pouvoir éclairant, qu'un célèbre gazier étranger appelle notre « erreur nationale », conduit à des solutions illogiques, telles que le benzolage du gaz. Comme nous l'avons déjà dit en en expliquant le pourquoi, le gaz fabriqué actuellement a un pouvoir éclairant bien inférieur à celui du gaz produit anciennement; aussi, pour satisfaire aux exigences des cahiers des charges, les usines à gaz sont obligées de remettre du benzol dans le gaz. La presque totalité des consommateurs ne s'occupent pas du pouvoir éclairant; le benzol ajouté ne sert donc qu'à augmenter très légèrement le pouvoir calorifique; il est facile de calculer combien les calories ajoutées de cette façon coûtent cher. En Allemagne, poussant à fond ces raisonnements, on en est même arrivé à faire le contraire du benzolage du gaz : on débenzole exactement comme dans une cokerie. A Kœnigsberg (Prusse), dans la nouvelle usine de récupération de sous-produits d'après le procédé Feld qu'on est en train de monter en place de l'usine d'essais qui assure actuellement le service, on a prévu les appareils nécessaires pour l'extraction du benzol, qui n'entre que pour 4 à 5 °/₀ dans le pouvoir calorifique du gaz. En France, cependant, on commence timidement à adopter cette façon de voir; à Paris, il est question de ne plus exiger que le pouvoir calorifique du gaz et, chose plus symptomatique encore, d'autoriser une addition de 8 °/₀ de gaz à l'eau.

Le Conseil municipal de Paris a, dans sa séance du vendredi 28 novembre 1913, accordé à la Société du Gaz de Paris l'autorisation d'incorporer du gaz à l'eau au gaz de houille dans la proportion de 8 °/₀. Malgré cette addition, la teneur du gaz en oxyde de carbone ne dépassera pas 11 °/₀, et le pouvoir calorifique sera au minimum de 4.700 calories par mètre cube, chiffres qui peuvent tranquilliser les consommateurs au double point de vue de l'hygiène et de l'économie. En France, Lyon et Marseille ont précédé Paris dans cette voie. Il est à souhaiter que ce haut exemple soit suivi par d'autres villes.

Si nous avons insisté un peu longuement sur cette évolution de l'utilisation du gaz, devenu gaz de chauffage, de gaz d'éclairage qu'il était ancien-

[1] La Commission internationale de Photométrie (Zurich, 1911) a émis à l'unanimité le vœu suivant : « Vu les modes divers actuels d'emploi du gaz d'éclairage, la Commission est d'avis que la détermination du pouvoir éclairant des flammes de gaz a perdu toute importance et que la détermination du pouvoir calorifique est le critérium le plus important de la valeur du gaz d'éclairage et doit être substituée à celle de son pouvoir éclairant. »

nement, c'est que ce fait nous paraît le plus intéressant à signaler. A beaucoup d'autres points de vue également, l'industrie gazière a évolué; du côté manutention du charbon et du coke, à l'extérieur comme à l'intérieur des halls de fours, il y a tendance très nette à l'emploi d'appareils mécaniques, de façon à réduire le plus possible la main-d'œuvre, problème très important dans le cas particulier, car avec les anciens procédés on était obligé d'employer des ouvriers spécialistes d'un recrutement difficile. Les transformations qui en ont résulté ont une répercussion très heureuse sur les conditions hygiéniques du travail de l'ouvrier, et à ce point de vue des progrès énormes ont été réalisés. En ce qui concerne la distillation, la quantité de gaz produite par jour augmente dans de grandes proportions; il en est de même pour la quantité de gaz produite par tonne de charbon. Le tableau suivant permet de se faire une idée de l'ordre de grandeur de ces augmentations[1] :

n'est pas très élevé, mais son pouvoir calorifique lui permet de rivaliser avec le meilleur gaz d'usines à gaz. Les cokeries, voyant là une source de bénéfices qui est loin d'être négligeable, ont utilisé des fours plus perfectionnés, plus étanches, de façon à pouvoir prélever un plus grand volume de gaz de bonne qualité. Avec les fours à coke modernes à régénération de chaleur, 50 à 60 °/₀ du gaz produit suffisent au chauffage des fours et l'on peut disposer du reste. Pour séparer le gaz du début de distillation, qui forme le gaz de ville, du gaz de fin de distillation, les fours à coke sont simplement munis de deux barillets, l'un servant à collecter le gaz de ville, l'autre le gaz destiné au chauffage des fours. Au moyen de dispositifs très simples, les chambres de distillation sont mises en communication avec l'un des barillets ou en sont isolées, selon les heures de distillation. En général, pour un four distillé en trente heures, on peut prélever comme gaz de ville le gaz dégagé entre la deuxième et la huitième

TABLEAU I. — *Augmentation de la quantité de gaz produite par l'introduction des nouveaux fours.*

TYPE DU FOUR	ANNÉE	PAR FOUR EN 24 HEURES			POUR 100 TONNES DE CHARBON DISTILLÉ EN 24 HEURES			
		CHARBON distillé	GAZ produit	COKE de chauffage	GAZ produit	NOMBRE de fours	POSTES d'ouvriers	COKE de chauffage
		tonnes	mètres cubes	tonnes	mètres cubes			tonnes
Ancien four à grille de Clegg.	1818	1,5	368	0,7	24.000	66	130	43
Four à grille à 7 cornues	1862	4,3	1.200	0,9	28.000	23	45	22
Four à gazogène Schilling-Bunte	1879	8,0	2.400	1,0	30.000	13	40	13
Four à cornues inclinées	1884	10,8	3.240	1,6	30.000	10	15	14
Cornues verticales Dessau } type ancien. .	1903	12,0	4.000	1,7	33.000	8	9	14
Cornues verticales Dessau } type nouveau.	1911	23,0	8.000	3,2	35.000	4,4	4	14

Un concurrent sérieux du gaz, produit dans des usines spéciales, a fait son apparition au cours de ces dernières années : c'est le gaz de four à coke. La totalité du gaz qui se dégage lors de la distillation du charbon destiné à la fabrication du coke métallurgique est loin de valoir, surtout pour le pouvoir éclairant, et aussi pour le pouvoir calorifique, le gaz des usines à gaz. Cela tient, d'une part, à la nature des charbons enfournés, qui sont beaucoup plus maigres que les charbons à gaz proprement dits (19-21 °/₀ de matières volatiles au lieu de 29-35 °/₀), et aussi à ce que la fabrication du gaz, qui n'était qu'un produit accessoire servant au chauffage des fours eux-mêmes, n'était pas surveillée aussi soigneusement que dans les usines à gaz.

Ce que nous venons de dire s'applique à l'ensemble du gaz produit; mais, si l'on ne considère que le gaz qui se dégage au début de la distillation, il n'en est plus de même : son pouvoir éclairant

heure. Ce gaz subit exactement les mêmes traitements que le gaz produit dans les usines à gaz. Les cokeries peuvent naturellement fournir ce gaz à un prix très bas, puisqu'il n'est pour elles qu'un sous-produit de la fabrication du coke; c'est l'inverse de ce qui se passe dans les usines à gaz, où le coke est un sous-produit de la fabrication du gaz.

L'alimentation des villes au moyen de gaz de fours à coke ne pourra guère être réalisée que dans les centres houillers; cependant, on peut très bien imaginer qu'une cokerie s'installe dans une région où les approvisionnements en charbon sont faciles, avec l'intention de fournir du gaz. C'est ce qui s'est produit à Ostende, qui reçoit son gaz d'une cokerie construite dans ce but. C'est en Allemagne que cette application du gaz de fours à coke a pris le développement le plus considérable, dans les bassins houillers de Westphalie et de Silésie. Il existe d'énormes installations : l'une d'elles peut produire par jour 200.000 mètres cubes de gaz, dont le pouvoir calorifique supérieur est au minimum de 5.000 calories. A Essen, entre autres grands centres,

[1] F. SCHILLING : *Zeits. Verein Deutsch. Ing.*, 1913, p. 668.

l'usine à gaz est complètement arrêtée et la ville alimentée uniquement avec du gaz de fours à coke. Grâce à un réseau immense de canalisations, les cokeries desservent des villes très éloignées d'elles et en même temps un grand nombre de petites agglomérations, trop peu importantes pour avoir une usine à gaz. La cokerie de Hamborn (Westphalie) alimente Barmen, située à 50 kilomètres, et plus de 60 villes ou villages. En France, dans le bassin de Saint-Etienne, il existe une installation analogue, mais d'envergure beaucoup plus modeste : la Compagnie de Firminy envoie du gaz de sa cokerie de Roche-la-Molière à Firminy et au Chambon-Feugerolles. Dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, la question est à l'étude et a toute chance d'aboutir.

Il est un cas où les cokeries, au lieu de concurrencer les usines à gaz, peuvent, au contraire, leur être d'un grand secours : supposons qu'une usine à gaz ne dispose pas de moyens lui permettant de satisfaire à une consommation sans cesse grandissante; il lui faudrait monter de nouveaux fours, faire de nouvelles installations coûteuses, dont l'amortissement viendra grever son prix de revient. Si une cokerie se trouve aux environs, l'usine à gaz pourra s'y alimenter de la quantité de gaz dont elle a besoin sans avoir ni les frais ni les soucis de la fabrication.

De nombreuses hypothèses ont été émises sur les phénomènes qui se produisent au cours de la distillation du charbon; sans que l'on soit arrivé à élucider ce problème extraordinairement complexe, on peut dire cependant qu'à l'heure actuelle on a pu isoler les causes influant sur la formation de certains constituants du gaz. Ce à quoi il faut arriver pour avoir un bon rendement en un gaz de qualité normale, c'est chauffer le charbon à température très élevée et éviter en même temps que le gaz ne puisse être exposé à une chaleur trop grande. Comme nous allons le voir, les cornues verticales et les fours à chambre permettent, dans une certaine mesure, de réaliser ces conditions, cela surtout grâce au remplissage complet de la chambre de distillation qui fait qu'au-dessus du charbon il n'y a pas d'espace libre. Avec les cornues horizontales ou inclinées, il n'en est pas de même : avant de s'échapper par les colonnes montantes, le gaz est soumis à l'action destructrice des parois rouges de la cornue.

II. — Manutention et mise en dépôt des charbons.

Dans les usines à gaz modernes, on adopte le plus possible les moyens de manutention mécanique. Nous ne nous appesantirons pas sur ce sujet, car on ne trouve que peu de dispositifs destinés spécialement aux usines à gaz. Dans beaucoup d'usines, le charbon est mis en stock à l'air libre; cependant, comme il semble établi que, dans ces conditions, le charbon donne de moins bons résultats à la distillation, il y aurait tendance à faire les stocks dans des endroits couverts.

Pour éviter l'inflammation spontanée du charbon, il est bon de ne pas le mettre en tas trop larges et trop hauts. Un dispositif recommandable consiste à disposer de place en place des tuyaux en fer, fermés à l'une de leurs extrémités et dans lesquels se trouve un thermomètre; on peut ainsi surveiller l'échauffement des stocks. Anciennement, on incriminait presque uniquement la pyrite dans le cas d'inflammation spontanée; en examinant d'un peu plus près le phénomène, on s'est rendu compte que la pyrite seule n'était pas cause de ces accidents, car des charbons contenant peu de pyrites s'enflammaient spontanément beaucoup plus facilement que d'autres qui en contenaient bien plus. Cela tient à ce que certains charbons absorbent l'oxygène en dégageant une quantité de chaleur qui, dans certaines conditions d'emplacement, peut être suffisante pour déterminer leur inflammation.

Ce phénomène semble d'ailleurs être régi par les règles suivantes : 1° les charbons venant d'être extraits s'oxydent à la température ordinaire; 2° en dessous d'une certaine température, variable selon les charbons, l'oxydation n'est jamais complète et la cessation d'influences, telles qu'échauffement, oxydation, agit effectivement. Au-dessus de cette température (200-275°), l'oxydation se continue avec dégagement de chaleur; 3° les conditions agissant favorablement sur l'oxydation sont : apport de chaleur, mise en tas élevés et larges, teneur en éléments facilement oxydables tels que produits non saturés, pyrite, etc. Il existe une autre cause, signalée tout récemment, de l'échauffement spontané du charbon : il serait dû à certaines bactéries qui déterminent un dégagement d'anhydride carbonique et de méthane, ce phénomène étant accompagné d'un dégagement de chaleur.

Dans les pays où l'on fabrique du gaz à l'eau, on se sert presque uniquement du coke d'usine à gaz; quand on le peut, c'est une façon doublement avantageuse d'utiliser ce combustible.

III. — Fours de distillation.

Par suite de la concurrence de l'électricité, de l'augmentation du prix de la main-d'œuvre et des matières premières, de la diminution de valeur des sous-produits et du prix du gaz, il a fallu rechercher les moyens d'abaisser le prix de revient du

mètre cube. Une des premières solutions est d'augmenter le rendement en gaz, c'est-à-dire le volume dégagé par tonne de charbon enfournée; pour cela, il y a un moyen qui consiste à distiller à plus haute température qu'on ne le faisait anciennement avec les fours à cornues horizontales, relativement peu chargées par suite de la difficulté de les remplir complètement à la pelle. Ce moyen n'était pas recommandable; entre autres désavantages, le gaz produit dans ces conditions était de qualité absolument inférieure, surtout au point de vue du pouvoir éclairant qui est beaucoup moins résistant que le pouvoir calorifique à l'action de la température. Avec les fours actuels à cornues horizontales chargées mécaniquement, à cornues verticales ou à chambres, systèmes permettant de réaliser de fortes charges, cet inconvénient disparaît. En outre, comme par unité de four les quantités de charbon traitées sont plus fortes, la main-d'œuvre s'est trouvée également réduite. Certains inventeurs ont cherché surtout à réaliser les économies du côté de la main-d'œuvre, d'autres du côté du mode de distillation; dans la pratique, ces deux tendances ont fusionné et les modèles de fours que nous allons passer en revue sont arrivés à résoudre plus ou moins ces deux problèmes.

§ 1. — Fours anciens perfectionnés.

1. *Fours à cornues inclinées.* — Au point de vue réduction de la main-d'œuvre et simplification des manutentions du charbon et du coke dans les halls des fours, la première solution qui ait reçu une consécration pratique, triomphale d'ailleurs, est celle des fours à cornues inclinées imaginée vers 1891 par André Coze, de Reims. C'est surtout à l'étranger que ces fours ont reçu le plus d'application; en Allemagne, à la fin de 1911, il y avait 11.000 cornues inclinées en activité produisant environ 34 °/₀ du gaz total. Il existe deux modèles de cornues : les petites en une seule pièce (longueur moyenne : $3^m,50$), les grandes en deux pièces réunies au milieu (longueur moyenne totale : $6^m,10$). Elles sont inclinées de 32° sur l'horizontale et ouvertes à leurs deux extrémités. Le mode de travail est des plus simples : le charbon est mis en réserve dans des trémies placées à la partie supérieure de l'atelier de distillation; des bennes viennent s'y remplir, puis déversent leur contenu dans les cornues par leur orifice supérieur. Un seul homme suffit pour le chargement. Pour vider la cornue, on ouvre le tampon obstruant l'orifice inférieur, et le coke tombe de lui-même par son propre poids. Le principal avantage de ces fours à cornues inclinées, c'est l'économie de main-d'œuvre. On leur reproche d'être d'un prix de premier établissement trop élevé.

2. *Fours à cornues horizontales à chargement et déchargement mécaniques.* — Dans beaucoup d'usines, on a préféré conserver les cornues horizontales, mais en modifiant leurs dimensions. Au lieu des anciennes cornues de 3 mètres, on se sert de cornues de 4, 5, 6 mètres, ouvertes à leurs deux extrémités pour permettre le déchargement. Les types de four les plus répandus sont à 7 et 9 cornues; le chauffage par gazogène supplante à peu près partout le chauffage à la grille. Du côté des gazogènes, l'industrie gazière a suivi de très près les progrès réalisés dans ce mode de chauffage; beaucoup d'installations, sans être basées sur des principes nouveaux, utilisent, d'une façon très originale et très bien appropriée au chauffage des cornues, les modifications et perfectionnements apportés aux gazogènes d'une façon générale. Ces fours sont munis de dispositifs mécaniques pour le chargement et le déchargement des cornues. Il existe un grand nombre de ces appareils; nous nous contenterons de signaler ceux qui sont le plus couramment utilisés.

Dans les machines de West et dans celles de Arrol-Foulis, le charbon est introduit avec des cuillères analogues à celles qu'on manœuvre à la main; le coke est enlevé au moyen d'un ringard qui saisit le saumon dans le fond de la cornue et le tire rapidement au dehors. Ces machines sont actionnées, la première par l'air comprimé ou l'électricité, la seconde par des béliers hydrauliques. La machine Sautter-Harlé est composée d'une turbine qui, recevant le charbon d'une trémie supérieure, le projette à l'intérieur de la cornue; en réglant la vitesse de la turbine, on peut obtenir une charge très régulière. La défourneuse, pour le cas de cornues ouvertes aux deux extrémités, se compose d'un poussoir que l'on introduit par l'une des ouvertures de la cornue et qui chasse devant lui le saumon de coke. Dans la machine de Brouwer, le charbon tombe d'une trémie supérieure sur une courroie sans fin tournant à une vitesse assez grande; la lame de charbon qui se forme sur la courroie est découpée par une poulie à gorge dont la largeur dépend de la section de la cornue; elle prend la vitesse de la courroie et, par la vitesse acquise, est lancée dans la cornue. Un dispositif de chargement assez original est celui décrit en 1906 par M. Cabrier à la Société technique du gaz : le principe du système est de laisser prendre à une masse de charbon, tombant d'une trémie en chute libre, une vitesse suffisante pour transformer, à l'aide d'une surface de glissement, le jet vertical en jet horizontal. La hauteur nécessaire, dans le cas le plus défavorable de fines de houilles mouillées, est de $6^m,90$. Toutes les machines que nous venons de décrire sont montées sur des bâtis qui se dépla-

cent devant les fours. Il nous faut enfin mentionner des appareils dont l'emploi est des plus intéressants pour de petites usines : ce sont des cuillères ordinaires munies de dispositifs facilitant énormément le chargement et telles qu'un homme suffit généralement.

Le coke sortant de la cornue doit être arrosé d'eau pour obtenir son extinction; dans les usines assez importantes, le coke tombe sur des transporteurs sur lesquels est projetée de l'eau au moyen de tuyaux perforés. L'entraîneur extincteur de Brouwer est formé d'un chenal à fond plat légèrement incliné, plein d'eau dans sa partie basse et se relevant de 30 à 45° du côté opposé. Le coke traverse la couche d'eau; il est entraîné par une raclette formée de deux chaînes réunies par des traverses de fer.

§ 2. — **Types nouveaux.**

Les systèmes de fours que nous venons d'examiner, actuellement de beaucoup les plus répandus, ne sont, en somme, que des perfectionnements de systèmes anciens. Nous allons passer en revue les fours construits d'après des principes nouveaux; pour chaque type de fours, nous décrirons un modèle seulement, fixant notre choix sur le plus répandu.

1. *Cornue verticale de Dessau.* — La cornue verticale, dont les premiers essais remontent aux débuts de l'industrie du gaz, n'est réellement entrée dans la pratique que depuis les recherches effectuées par le Dr Bueb. Celui-ci a établi que l'on

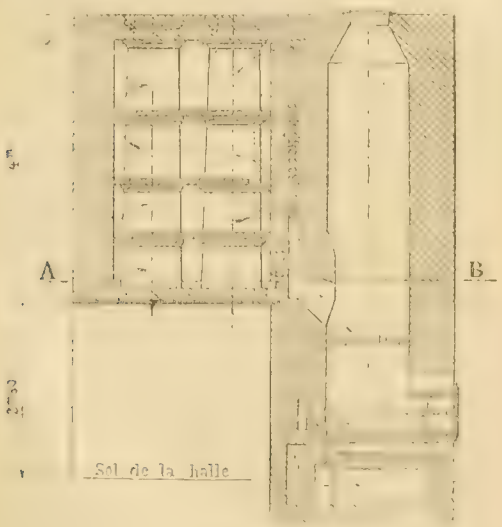


Fig. 1. — *Four de Dessau (coupe verticale).*

peut chauffer des cornues verticales à haute température, tout en les remplissant complètement sans qu'il y ait gonflement du charbon, et qu'il est possible d'évacuer le gaz aussitôt formé de façon à éviter la décomposition des hydrocarbures. Il existe deux types de cornues verticales, la cornue de 4 mètres et celle de 5 mètres. Le gaz produit dans la cornue de 4 mètres a un pouvoir éclairant supérieur à celui de la cornue de 5 mètres; celle-ci exige, pour un même poids de charbon distillé, moins de main-d'œuvre. Ces cornues sont sensiblement plus larges à la base qu'à la partie supérieure. Un four comprend de 10 à 18 cornues groupées par deux ou par trois. Par cornue, on charge de 500 à 600 kilogs de charbon, et la distillation dure de huit à dix heures. C'est au bas de la cornue que se trouve la zone la plus chaude : 1.420° ; aux 3/4 de la hauteur, elle n'est plus que de 1.040°.

Le chauffage est réalisé au moyen de gaz de gazogène (fig. 1); le coke avec lequel on l'alimente est contenu dans une trémie placée directement au-dessus; on consomme en coke 15 °/₀ du poids de la charge distillée. Les gaz de chauffage pénètrent à la partie inférieure et sont obligés, pour s'échapper par la partie supérieure, de zigzaguer autour des cornues. Le charbon se trouve dans des trémies placées au dessus des cornues; il s'en écoule par des goulottes qui épousent assez bien la forme de l'orifice de la cornue; de la sorte, la production de fumée est très réduite. Pour éviter que le charbon ne se colle contre la tête de cornue du bas, on verse, avant le charbon, une légère couche de coke en petits morceaux. La cornue est remplie le plus possible. Quand la distillation est finie, on ouvre le tampon inférieur et le coke tombe de lui-même. Le gaz se dégage à la partie supérieure. Par 100 kilogs de charbon, on produit de 33 à 35 mètres cubes de gaz.

Si, vers la fin de la distillation, on introduit de la vapeur d'eau à la partie inférieure de la cornue, on produit du gaz à l'eau en se servant de la chaleur emmagasinée par le coke; cette façon d'opérer permet d'augmenter le rendement en gaz (avec le même charbon, le rendement par tonne passe de 326 mètres cubes de pouvoir calorifique 5.547 calories, à 369 mètres cubes de pouvoir calorifique 5.211 calories) et enlève en même temps le dépôt de graphite formé sur les parois de la cornue; cependant, les avis sont assez partagés sur les avantages que présente ce mode opératoire.

Le coke produit est de très bonne qualité, il y a très peu de déchets; on en obtient 70 °/₀ du charbon enfourné. Le rendement en ammoniaque est de 30 °/₀ supérieur, celui en cyanogène de 40 °/₀ inférieur à celui des cornues horizontales. Ceci confirme la théorie du Dr Bueb, qui supposait que le gaz aussitôt formé se dirige vers le milieu du pain de charbon où se crée un canal à température relativement basse, formé de charbon non distillé et plus perméable que les couches de

coke périphériques. Le goudron, dont on obtient de 5,6 kilogs à 5,8 kilogs par 100 kilogs de houille, vérifie encore cette hypothèse ; il est en effet très fluide, a l'aspect d'une huile brune, contient très peu de carbone libre (de 2 à 4 °/₀), pas de naphtaline, beaucoup d'huile légère, analogue par tous ces points aux goudrons obtenus en distillant du charbon à basse température ; le goudron produit ne subit donc pas dans la cornue verticale de décomposition pyrogénée. Enfin, autre caractéristique : le gaz contient beaucoup moins de naphtaline que le gaz de cornues horizontales.

Comme cela est aisé à comprendre, avec les fours à cornues verticales la main-d'œuvre se trouve très réduite. Ces fours présentent aussi l'avantage d'exiger peu de place ; on peut les utiliser dans des usines de moyenne importance. A l'heure actuelle, il y a 12.347 cornues Dessau en service, produisant 4.930.000 mètres cubes de gaz par jour.

2. *Fours verticaux à distillation continue.* — En Angleterre, on a envisagé le problème de la distillation en cornues verticales d'une tout autre façon qu'en Allemagne ; on a voulu réaliser l'introduction du charbon et l'enlèvement du coke d'une façon continue. Ce problème, très complexe, a nécessité un nombre énorme d'essais ; on peut dire qu'il est actuellement résolu. Nous nous contenterons de décrire le four de Woodall-Duckham, sous sa forme la plus moderne. La distillation est effectuée dans des chambres en maçonnerie et non plus dans des cornues ; ces chambres ont la forme de troncs de pyramide à base rectangulaire. On les groupe à quatre par four. Le chauffage est effectué par gazogène alimenté au coke, dont on consomme 15 °/₀ du poids de charbon distillé. A l'inverse de la cornue de Dessau, la température maximum est au voisinage du sommet, où elle atteint 1.300° C ; au sommet même, elle est sensiblement inférieure, par suite de l'arrivée du charbon ; à la partie inférieure, elle est de 800 à 1.000° C. La houille se décompose donc dès son entrée dans la chambre et les premiers produits de distillation s'échappent sans subir de décomposition ; ceux qui se forment ensuite tendent d'autant plus à être des gaz permanents qu'ils sont produits plus bas dans la chambre. La durée de distillation, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'introduction d'une quantité de charbon et sa sortie à l'état de coke, varie entre huit et neuf heures.

Le charbon, placé dans une trémie, s'écoule dans le tambour d'alimentation T (fig. 2), qui est manœuvré à la main toutes les trois heures environ ; on remplit de cette façon le magasin intermédiaire A, qui peut contenir un peu plus que la houille consommée en trois heures et par conséquent n'est jamais complètement vide. Un registre R sépare la zone d'introduction du charbon de la sortie du gaz. Le coke est supporté par la partie concave d'une caisse en fonte N, située dans le prolongement de la chambre de distillation. Il en est extrait par des pièces en forme de croix, disposées en spirale autour d'un arbre C dont elles sont solidaires ; par suite de la rotation lente de l'arbre C (un tour en 45-55 minutes), le coke tombe par portions dans une chambre métallique M. Le fond de la caisse M est formé par une pièce semi-cylindrique rotative F, dont les bords plongent dans l'eau de façon à former joint hydraulique. Toutes les trois heures, on fait faire demi-tour au fond F ; cette opération dure 10-15 secondes. Avant d'effectuer cette manœuvre, on injecte de l'eau sur le coke qui se trouve à la partie inférieure du magasin ; la vapeur qui se produit suffit pour empêcher l'air de se mélanger au gaz pendant la vidange du coke. Le coke sortant est très sec et n'a pas besoin d'être éteint. La continuité du travail fait que toutes les parties du four ne subissent que de faibles variations de température et sont, par conséquent, moins sujettes à se détériorer.

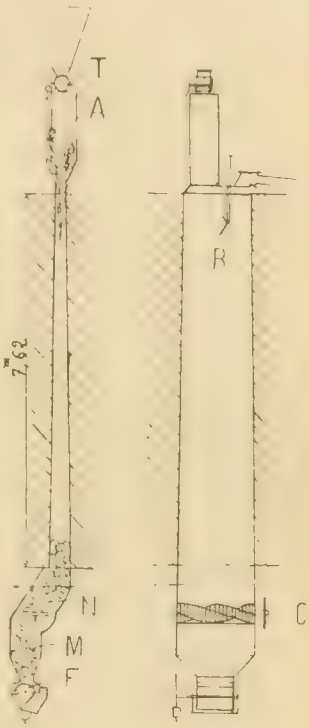


Fig. 2. — *Four Woodall-Duckham* (coupe verticale). — T, trémie d'alimentation ; A, magasin intermédiaire ; R, registre ; N, caisse en fonte ; C, arbre portant des pièces en forme de croix ; M, chambre métallique ; F, pièce rotative demi-cylindrique.

Par tonne de charbon distillé, on obtient 335 mètres cubes de gaz à 5.284 calories, 675 kilogs d'un coke très léger. Le goudron est analogue à celui obtenu avec des cornues de Dessau ; le rendement en ammoniaque est supérieur à celui obtenu avec des cornues horizontales. Les avantages de ce système sont l'absence complète de fumées, le rendement élevé en gaz, la constance de la composition du gaz à tout instant de la distillation et enfin la main-d'œuvre très réduite.

3. *Fours à chambres.* — Ce sont de véritables

fours à coke; les principales différences résident dans la nature des charbons enfournés et dans le mode de chauffage : dans les usines à gaz, on distille des charbons très gras et l'on chauffe les fours au moyen de gazogènes, tandis que dans les cokeries on distille des charbons plus maigres et l'on chauffe avec du gaz de distillation. Actuellement, des essais sont entrepris en vue de la réalisation de fours que l'on pourrait à volonté chauffer soit au gaz de gazogène, soit au gaz de distillation; ceci montre bien qu'entre les fours à chambres et les fours à coke, les différences sont minimes. Il y a deux types de fours à chambres : les fours à chambres inclinées, dans lesquelles la manutention du charbon et du coke se fait d'une façon analogue à celle des cornues inclinées ; les fours à chambres horizontales, dans lesquelles le charbon est introduit par des ouvertures percées dans la voûte et desquelles le coke est poussé par un bouclier exactement comme dans les fours à coke. Nous décrirons les fours à chambres inclinées de Munich ou fours Ries, du nom de l'inventeur, qui sont actuellement les plus répandus. En France, à une exception près, ce sont les seuls existants; en Allemagne, en 1910, il y avait 271 chambres produisant 2 °/₀ du gaz total consommé, dont 227 chambres de Ries; viennent ensuite les fours de Klönne.

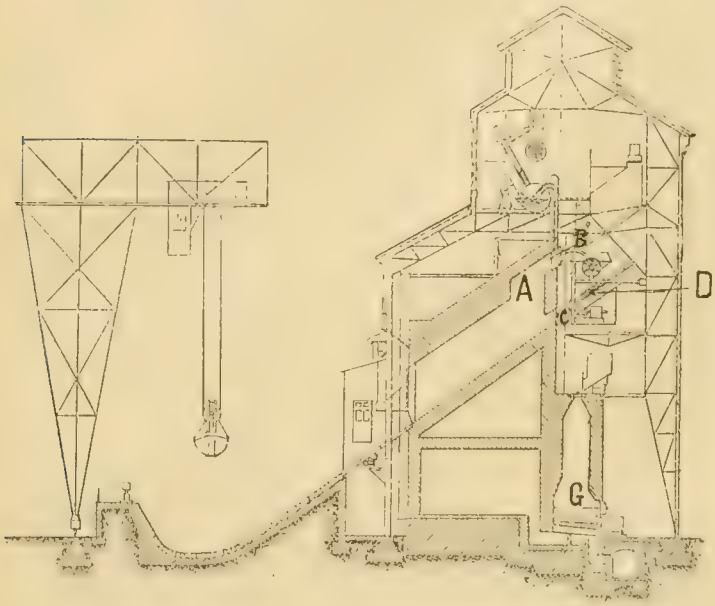


Fig. 3. — *Four à chambre de Munich.* — A, élargissement de la chambre; B, ouverture pour l'introduction du charbon; C, ouverture pour l'introduction du poussoir D; G, gazogène.

Dans les fours Ries, les chambres sont en maçonnerie ; elles sont groupées à trois par four et chauffées en dessous et sur les côtés au gaz de gazogène G (fig. 3). Pour ce chauffage, on consomme en coke un peu plus de 15 °/₀ du poids de charbon distillé. La température entre les chambres est en moyenne de 1.250°; on s'efforce de la rendre à peu près la même en tous les points. Sur la face la plus élevée, les chambres sont munies de deux ouvertures : l'ouverture supérieure B sert à l'enfournement du charbon, cette position permettant de remplir complètement la chambre ; par l'ouverture inférieure C, on introduit un poussoir D dans le cas où le saumon de coke ne descend pas de lui-même, manœuvre qui n'a pour but que d'amorcer le glissement du saumon. La face inférieure des chambres est constituée par de fortes portes que l'on ouvre pour le défournement. Le gaz se rassemble dans un élargissement A en communication avec les tuyaux de dégagement. Selon les dimensions des chambres, on peut charger de 3.000 à 7.000 kilogs de charbon, que l'on distille en vingt-quatre heures. Pour l'extinction du coke, on a imaginé un certain nombre d'appareils, généralement assez compliqués, dont aucun ne semble s'être imposé. Ce sont les fours à chambre qui exigent le moins de main-d'œuvre. Par analogie avec ce que nous avons dit au sujet des fours à coke, il est facile de comprendre que le gaz produit varie avec les heures de distillation; au début, il a un pouvoir calorifique de 8.000 calories qui, à la fin, tombe à 4.000. Il faudrait donc pouvoir emmagasiner un grand volume de gaz pour avoir la moyenne.

Par tonne de charbon, on produit 330-340 mètres cubes de gaz, 670-680 kilogs de coke d'aspect rappelant le coke métallurgique, 64 kilogs de goudron et 2,11 kilogs d'ammoniaque (dans des cornues horizontales, le même charbon ne donnait que 1,35 kilog d'ammoniaque).

Les trois types de fours que nous venons de décrire représentent les perfectionnements les plus caractéristiques réalisés au cours de ces dernières années dans le domaine de la distillation du charbon pour la production du gaz de ville. Ce ne sont pas des fours d'essais, mais bien des appareils au point qui assurent d'une façon très normale des services publics[1]. Actuellement, il n'est pas pos-

[1] Les cornues verticales de Bueb fonctionnent à Marseille, Nancy, Tourcoing, Béziers. Les fours à chambres inclinées de Munich fonctionnent à Paris, à l'usine à gaz de la Villette, et à Gennevilliers, à l'usine de la Société d'éclairage, chauffage et force motrice. Les fours Woodall-Duckham fonctionnent à Lausanne, Toulouse, Marseille, Nice, Montbéliard.

sible de dire lequel de ces trois systèmes est préférable ; ils ont chacun leurs avantages particuliers, qui s'accordent plus ou moins bien avec les conditions locales de main-d'œuvre, la nature du charbon, l'emplacement dont on dispose ; ceci rend les comparaisons difficiles.

Il est évident que ces systèmes ne conviennent pas à la production des faibles quantités de gaz, suffisantes pour de petites agglomérations ; pour celles-ci, les fours à cornues horizontales munis d'appareils facilitant le travail de l'homme seront utilisés longtemps encore. Il y a cependant une solution : c'est la création d'usines centrales produisant de grandes quantités de gaz au moyen de fours modernes, qui alimentent les petites agglomérations. Cette solution, déjà appliquée en France par la Société du gaz de la banlieue de Paris (Compagnie d'éclairage, chauffage, force motrice) et en Allemagne par plusieurs grandes villes, ne présente plus à l'heure actuelle de difficulté d'ordre technique. Quand les centres de consommation sont assez éloignés les uns des autres, ils sont réunis à l'usine à gaz par une tuyauterie aboutissant à un gazomètre ; de ce gazomètre, le gaz est distribué aux consommateurs. Ces grandes centrales à gaz peuvent arriver à produire le mètre cube à un prix égal à celui offert par les cokeries. C'est ainsi qu'à Düsseldorf, située près des fours à coke de Westphalie, on a préféré monter une usine à gaz toute moderne plutôt que d'acheter du gaz de fours à coke ; c'est là un côté intéressant de la concurrence faite par les cokeries aux usines à gaz.

IV. — Gaz a l'eau.

Nous nous contenterons d'indiquer le principe des deux procédés de fabrication du gaz à l'eau les plus usités. Comme nous l'avons déjà dit, en France son emploi est excessivement restreint par suite du pouvoir éclairant et d'un maximum pour la teneur en oxyde de carbone imposés au gaz. En Allemagne, on en consomme 5,8 °/₀ du gaz total.

1. *Gaz à l'eau à flamme bleue.* — Dans un gazogène chargé de 1-2 mètres de coke, on insuffle de l'air pendant deux minutes de façon à porter la masse au blanc ; le gaz qui se forme est composé en majeure partie de CO^2 ; on ne le recueille pas. On injecte alors dans cette couche de coke de la vapeur d'eau ; il se forme de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène que l'on mélange au gaz de houille.

2. *Gaz à l'eau à flamme éclairante.* — On insuffle de l'air sur une colonne de coke de 3 mètres de hauteur ; le gaz dégagé contient de l'oxyde de carbone ; on le brûle dans deux chambres à empilages en produits réfractaires, appelées carburateur et surchauffeur, disposées en série. Quand le coke a atteint la température du blanc, on injecte de la vapeur d'eau dans le gazogène et de l'huile à gaz dans le carburateur. Le gaz à l'eau formé dans le gazogène, en traversant le carburateur, se mélange aux vapeurs d'huile ; le tout passe dans le surchauffeur où se forme le gaz définitif qui est traité et épuré par les méthodes ordinaires.

Dans un deuxième article, nous étudierons la question de la récupération des sous-produits et de l'épuration du gaz d'éclairage.

M. Desmarets.

ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DU SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DES ÉTATS-UNIS

La récente institution au Bureau Central Météorologique de France, à la demande du Ministère de la Guerre, d'une organisation spéciale d'avertissements à l'Aéronautique et les besoins de la Météorologie agricole ont donné une nouvelle extension au Service des Avertissements. L'importance croissante de ce service, la collaboration chaque jour plus étroite du Bureau Central et de l'Aéronautique militaire ou civile, ont suscité, parmi les personnes nombreuses qui s'intéressent aux sciences pratiques, un élan nouveau vers la Météorologie, qui, en dépit des efforts incessants et de l'inlassable dévouement de M. Angot pour augmenter les ressources et partant les moyens d'action du Bureau Central, n'a pu encore atteindre en France le développement qu'elle devrait avoir, faute d'un budget suffisant.

Il paraît intéressant de rappeler le fonctionnement du Service météorologique des Etats-Unis, ne serait-ce que pour montrer combien le Gouvernement américain, qui a doté annuellement de 8 millions de francs le Weather Bureau, attache

de prix aux services que la Météorologie rend chaque jour au public, au Commerce, à la Navigation, à l'Agriculture, à l'Aviation.

I

On jugera facilement de l'importance et de l'étendue du Service météorologique des Etats-Unis, quand on songera que 808 fonctionnaires commissionnés sont officiellement employés, que 1.354 personnes reçoivent, pour leur concours, des indemnités mensuelles variant entre 5 et 25 dollars par mois, et par ailleurs que 7.830 collaborateurs libres travaillent pour le Weather Bureau ; au total, on se trouve donc en présence de 10.000 personnes attachées au Service météorologique.

Les observations sont faites à 8 heures et à 20 heures (heure du 75e méridien) dans 200 stations régulières ; les stations secondaires adressent leurs observations aux stations primaires, où sont rassemblées les dépêches d'un des six districts que comprend toute l'étendue du territoire. Ces stations primaires envoient à leur tour leurs observations au chef-lieu de district. Ces télégrammes, chiffrés comme d'habitude, sont à leur tour transmis au Bureau Central de Washington.

D'une façon analogue à notre service français, sont dressées chaque matin toutes cartes utiles (pression, température, variation de pression, etc.). On en déduit les prévisions utiles pour vingt-quatre ou trente-six heures ; la carte du temps est préparée sur un cliché en plâtre où sont gravées les flèches et directions du vent, la nébulosité, les isobares, les isothermes en lignes discontinues, les chiffres indiquant pour les stations principales la température, la pluie en vingt-quatre heures et la vitesse du vent. Cet original en plâtre est chauffé, on y coule du plomb fondu afin d'en prendre l'empreinte en relief. Le cliché est ensuite placé dans un cadre au bas duquel a été préparé le texte, et l'impression s'effectue de la manière habituelle. Afin de disséminer le plus possible les indications de ces cartes, les centres des districts préparent depuis trois ans une carte dite commerciale, réduction sur cliché de zinc (3 colonnes de journaux) de la carte régulière. A 10 heures du matin, les prévisions sont télégraphiées des centres de districts à 2.059 points principaux qui les disséminent à leur tour, aux frais du Gouvernement, par télégraphe, par téléphone et service postal. Actuellement, 5.460.000 abonnés au téléphone peuvent obtenir les prévisions en moins d'une minute sur simple demande au bureau central téléphonique le plus voisin [1].

Le pourcentage de prévisions exactes, qui atteint 85 %, n'est pas très éloigné de celui qu'obtiennent au Bureau Central M. Goutereau, chef du Service des Avertissements, et ses collaborateurs, MM. Guénaire et Barbé ; d'ailleurs le contrôle en est moins sévère, mais il est plus facilement atteint parce que dans les États-Unis, dont la surface s'approche de celle de l'Europe, les zones de basses pressions, prenant naissance dans l'Ouest, traversent tout le territoire, ce qui permet aux régions de l'Est d'en prévoir la marche et l'arrivée dans des conditions bien différentes des nôtres. D'ailleurs, il faut ajouter que la proportion de prévisions justes dépend beaucoup de la situation particulière du point où elles sont faites.

En second lieu, tous les jours est préparée au Bureau de Washington (depuis cinq ans) une carte synoptique de tout l'hémisphère Nord. Cette carte, qui n'existe qu'en manuscrit, est établie d'après les observations fournies par les services étrangers et les stations du Weather Bureau dans les États-Unis, l'Alaska, les îles Hawaï et les Antilles, du Japon et de la Chine par T. S. F., etc.

Les avertissements de tempêtes [1], qui constituent un service important du Weather Bureau, sont faits par ses soins dans 141 stations sur les côtes de l'Atlantique et du golfe de Mexique, stations échelonnées de Eastport (Maine) à Brownsville (Texas) ; les postes de Block Island, du cap Henry, de Jupiter et de Sand-Key, sont organisés pour les signaux du code international et peuvent transmettre, par télégraphe, les communications des navires en mer. En outre, les stations de Cape Henry et Sand-Key transmettent et reçoivent les dépêches pendant la nuit au moyen de signaux lumineux. Sur la côte Pacifique, 41 stations sont chargées des mêmes avertissements, et 4 d'entre elles (Southeast Farallon, Point Reyes, North Head, Port Crescent, Tatoosh Island) transmettent les dépêches des navires passant au large. Par ailleurs, 59 postes similaires sont disséminés sur les grands lacs, 42 postes de T. S. F. sont situés sur l'Atlan-

[1] On est frappé de la publicité extraordinaire donnée à ces prévisions. Alors qu'en France seuls quelques établissements officiels affichent les indications fournies par le Bureau Central, aux États-Unis dans les hôtels, les gares, les halls des grands bâtiments, les ascenseurs, etc., partout, on trouve un petit carton fournissant les probabilités pour les vingt-quatre heures.

[1] Les signaux avertisseurs de tempêtes sont les suivants : le guidon rouge avec centre noir signale l'approche de tempête ou coup de vent violent (les flammes indiquent la direction du vent : rouge de l'Est ; blanche de l'Ouest ; la flamme au-dessus du guidon indique un vent probable du secteur Nord ; au-dessous, vent probable du secteur Sud ; la nuit, un feu rouge indique des vents d'Est ; un feu blanc au-dessous d'un rouge annonce des vents d'Ouest ; une simple flamme rouge signale l'approche des vents de force moyenne pour les navires de faible tonnage).

Deux guidons rouges à centre noir, l'un au-dessous de l'autre, signalent l'arrivée probable d'un ouragan tropical.

tique et 10 sur le Pacifique ; on y a ajouté dernièrement 2 postes nouveaux à Porto-Rico et 5 dans l'Alaska.

Les stations du Sud, de Porto-Rico et de Cuba sont d'ailleurs tout particulièrement utiles dans la prévision des ouragans et des cyclones qui prennent naissance dans la mer des Antilles, et se dirigent d'abord vers les côtes des États-Unis, où leurs ravages sont parfois considérables.

Par ailleurs, l'usage de la télégraphie sans fil vient d'entrer dans une phase pratique. Le Weather Bureau s'est entendu avec les grandes compagnies de navigation faisant le service de New-York aux Antilles et en Amérique du Sud pour obtenir, à 7 heures et à 19 heures, l'état de l'atmosphère et de la mer aux points occupés à ces instants par leurs navires. Les grands courriers transatlantiques envoient dorénavant leurs observations, ainsi que les relations des rencontres d'épaves flottantes (icebergs en particulier). Ces indications, transmises à Washington, sont ensuite envoyées à New-York, où elles sont immédiatement communiquées au public sur une immense carte dressée, à cet effet, dans le Hall de la Douane.

Enfin, les observations, centralisées et combinées avec celles des stations terrestres, permettent de reconnaître la présence ou le développement des tempêtes dans telle ou telle région : les postes de T. S. F. transmettent à leur tour dans leurs zones d'influence, et les navires eux-mêmes communiquent à d'autres plus éloignés les renseignements recueillis sur le trajet à parcourir, ainsi que la force de ces perturbations.

Il faut ajouter que l'on doit établir prochainement un poste de T. S. F. sur le mont Mirador, afin de donner des avertissements sur les typhons aux navires naviguant dans les parages de Chine ; une station semblable sera élevée dans l'île de Batan, afin de communiquer les nouvelles de la présence des typhons dans cette région au Bureau Météorologique de Manille. On conçoit l'importance pratique d'une telle réalisation, car les cyclones qui ravagent les côtes orientales de l'Asie prennent généralement naissance à l'Est des Philippines entre les longitudes 125° et 145° Est de Greenwich, et les parallèles 10° et 25°. On a en effet montré qu'aucun typhon ne se fait sentir en Chine, au Tonkin ou en Cochinchine qui n'ait d'abord exercé son influence sur les Philippines.

II

Dans un autre ordre d'idées, les météorologistes sont d'accord aujourd'hui pour admettre que c'est dans les régions élevées de l'atmosphère qu'il y a lieu de rechercher l'origine des perturbations ressenties à la surface du sol. Les prévisions faites par les différents services atteindront d'autant plus d'exactitude que les facteurs en jeu seront mieux connus. C'est ce que le Gouvernement des États-Unis a parfaitement compris, lorsqu'en 1902 il décida la création d'un observatoire spécialement destiné aux sondages de la haute atmosphère. Les recherches ont été aussi nombreuses que variées : étude de l'atmosphère à la surface du sol et à différentes altitudes afin de déterminer les propriétés physiques des différentes couches ; recherches solaires et en particulier étude des variations observées dans l'énergie du rayonnement en vue de connaître l'origine solaire ou terrestre de ces variations ; travaux de laboratoire permettant de produire, dans des conditions données, les différents phénomènes observés.

L'Observatoire aérologique construit sur le Mont Weather, à une altitude de 1.725 pieds, est situé dans des conditions atmosphériques privilégiées, et les renseignements obtenus par les enregistreurs des cerfs-volants ou des ballons captifs sont transmis tous les jours au Bureau Central de Washington, qui en tient compte dans ses prévisions. Les cerfs-volants habituellement employés sont du type cellulaire Marvin-Hargrave, avec des surfaces variant de 6 à 14 mètres carrés, et pesant de 4 à 7 kilogs; on les classe suivant la force du vent en appareils de vent faible, modéré ou fort. Les enregistreurs sont du type Richard ou du système Marvin ; ces derniers offrent l'avantage d'indiquer, sur une seule feuille, les quatre éléments pression, température, humidité et vitesse du vent. D'ailleurs, pendant l'ascension ou la descente, des arrêts fréquents de cinq à dix minutes sont faits pour permettre aux éléments de ces altitudes de s'inscrire d'une façon précise, en éliminant ainsi l'inertie dans les rouages de l'instrument. Lorsque le vent est trop faible pour les cerfs-volants, on emploie des ballons captifs, gonflés à l'hydrogène, type Assmann. Deux ou trois ballons de $1^{m},50$ à 2 mètres de diamètre, attelés en tandem, sont suffisants pour enlever l'enregistreur Marvin, et 2.000 mètres de fil (corde à piano) de 1/2 millimètre de diamètre. Les lancers sont généralement faits vers 8 heures, au moment des observations du matin dans les différents services [1].

Le Weather Bureau possède, en outre, un service de crues qui rend les plus précieux services. Les États-Unis constituent le prototype des pays d'inondations, où la hausse rapide des eaux nécessite l'organisation d'un service spécial des prévisions. On a estimé qu'en 1897 les avis donnés, une semaine à l'avance environ, aux riverains du Bas-

[1] Voir Nouvelles météorologiques de la *Revue générale des Sciences* (numéro du 15 novembre 1913).

Mississipi ont permis de sauver pour 15 millions de dollars de bétail et de marchandises diverses en les retirant des régions qui furent inondées dans la suite. De même, la baisse des eaux a pour certaines industries une importance capitale : installations électriques le long des rivières, transport de bois par flottage et mouvements des chalands chargés de charbon, venant du bassin supérieur de l'Ohio et descendant jusqu'à la Nouvelle-Orléans, à une distance de 3.000 kilomètres. Le réseau de prévision des crues comprend environ 450 stations groupées en 60 districts ayant chacun un centre qui réunit les observations. Environ 600 observateurs spéciaux sont attachés à ce service. Chaque station envoie au district dont elle dépend les observations de la hauteur d'eau à 8 heures, les variations de cette hauteur dans les vingt-quatre heures précédentes, ainsi que la quantité de pluie ou de neige tombée pendant cette période. Les centres de district émettent les prévisions et publient chaque matin les observations des stations qui sont immédiatement transmises, par téléphone ou télégraphe, aux endroits les plus directement intéressés ainsi qu'aux journaux; 17 centres de district font des prévisions chaque jour de l'année; 6 chaque jour pendant la saison de navigation et en temps d'inondation; 37 seulement aux époques d'inondations ou d'eaux exceptionnellement basses.

Il n'est, d'ailleurs, pas de branche de l'activité humaine dans laquelle les prévisions météorologiques ne puissent être d'une utilité incontestable. En Amérique, la prévision des pluies a, dans certains districts, une importance de premier ordre. Dans la région californienne, où se trouvent de vastes plantations de fruits, les étés sont très chauds et secs. Or, c'est vers la fin de l'été ou dans les premiers jours de l'automne que les agriculteurs font sécher les fruits, et on conçoit qu'il suffirait souvent d'une pluie importante pour ruiner la plupart des producteurs. Aussi le Weather Bureau a-t-il organisé un service régional de prévisions spéciales pour la pluie, et le succès des récoltes d'un district dépend actuellement presque uniquement de la station météorologique voisine. De juillet à octobre, période pendant laquelle s'effectue la dessiccation des fruits, un certain nombre d'observateurs font de la prévision locale et se tiennent prêts à donner l'alarme qui permettra de prendre les mesures nécessaires de protection.

Par ailleurs, l'annonce des gelées de printemps en Californie et en Floride présente, toujours pour la même raison, une importance de premier ordre. Aussi les prévisions sont-elles faites de douze à vingt-quatre heures à l'avance, de façon à permettre à l'agriculteur soit de disposer ses foyers en vue de combattre le rayonnement nocturne par l'écran de fumée, soit par des protections en papier, en toile, etc. La prévision et la protection contre les gelées ont fait que le seul Bureau de San Francisco a évité en cinq ans, aux planteurs de Californie, des pertes plus fortes que les subventions totales du Weather Bureau pendant vingt ans, soit 160 millions. Quand une gelée menace, par baisse générale de température, les bureaux régionaux du Service météorologique (Californie, État de Washington, Orégon, Idaho, Utah, Floride) restent ouverts toute la nuit, recevant les rapports téléphoniques des régions d'où peuvent venir des courants d'air froid. Les avertissements sont donnés douze heures à l'avance (le matin pour la nuit suivante), mais les foyers ne sont allumés que sur un nouvel avertissement donné plus tard dans la soirée. On place alors, entre les rangées d'arbres fruitiers, des foyers d'huile lourde, et ces foyers sont allumés au moment du minimum de température. Tous les planteurs sont, d'ailleurs, reliés par téléphone à la Station météorologique locale; beaucoup d'entre eux ont, du reste, des thermomètres spéciaux sonnant l'alarme lorsque la température atteint la valeur critique.

Il est enfin un point qui a attiré l'attention du Weather Bureau: il arrive, pendant l'hiver en particulier, que des masses d'air considérables de très basse température se forment dans le NW des États-Unis et, se dirigeant vers l'E et le SE, traversent parfois le continent jusqu'à l'Atlantique en trente ou quarante heures : ce sont des vagues de froid. Elles sont dues, d'après Woodneff, à des mouvements cycloniques amenant, en certains endroits, l'air froid des latitudes plus élevées. Le professeur Garriott, qui a repris la question en se basant sur de nombreuses années d'observations, remarque que les plus basses températures dans l'hémisphère Nord sont localisées entre les parallèles 50° et 70° N.

Les « Northers du Texas » ont une origine semblable : une zone de basse pression passant par le golfe du Mexique entraîne dans sa partie arrière des masses d'air à température plus basse et à humidité moindre venant de l'intérieur du continent. Les prévisions sont faites par les centres de district 24 ou 36 heures à l'avance et annoncées au moyen de drapeaux hissés sur les stations principales; elles sont aussi envoyées par télégraphe et téléphone aux endroits les plus importants; on a évalué à 3 millions 1/2 de dollars la valeur de la propriété sauvée par ces prévisions à l'occasion d'une seule de ces vagues de froid. La création récente dans l'Alaska de plusieurs nouvelles stations envoyant journellement leurs observations contribue à prévoir l'approche des vagues qui ont leur origine dans le Far-West britannique.

Il faudrait disposer de plus de place pour exposer même brièvement tout le parti que l'on a su tirer du Service météorologique aux Etats-Unis.

Par exemple, les compagnies de chemin de fer font un usage continuel des prévisions qu'elles reçoivent du Bureau, en raison des distances considérables que les trains de marchandises sensibles (fruits, légumes, poissons, etc.) ont à parcourir. Aussi des précautions spéciales sont-elles prises en rapport avec les conditions probables qui seront rencontrées en cours de route.

D'ailleurs, comme il ressort des rapports annuels du directeur du Weather Bureau, les Etats-Unis sont, sans nul doute, le pays qui fait les plus grands sacrifices pour le développement et l'utilisation, au point de vue de l'Agriculture, des renseignements météorologiques. En dehors des services dont j'ai fait une rapide description, le Bureau a un système supplémentaire de stations pour les avis de nécessité absolue (gelées désastreuses entre autres). En particulier, un système spécial d'observations relatives à la température et à la pluie dans les régions cotonnières est organisé au profit de ces régions. Les tableaux quotidiens de température et de pluie sont placés sur le parcours des lignes télégraphiques et mis sous forme de bulletins répandus à profusion dans les régions cotonnières et dans les centres commerciaux importants. A Saint-Louis, qui est un grand centre cotonnier, les affaires ne commencent jamais à être traitées que lorsque le temps probable et l'état des récoltes sont connus par le *Bulletin des renseignements officiels du Ministère de l'Agriculture*. Durant la saison agricole, des bulletins hebdomadaires donnent les conditions climatériques et leur effet sur la végétation : ces bulletins sont publiés par les stations centrales de chacun des services locaux.

III

Au point de vue climatologique, le Weather-Bureau possède vingt stations régulières, et le pays entier a été divisé en douze districts climatologiques, subdivisés à leur tour en cent six sections ayant pour centre une station régulière. Ces stations recueillent les observations de température et de pluie de 4.200 stations secondaires environ.

Le Bulletin mensuel ou *Monthly Weather Review* publie les observations de ces stations et donne pour chacune d'elles en ce qui concerne

la température : les moyennes, les variations de la normale, la température la plus élevée et sa date, la plus basse et sa date, et enfin la plus grande variation journalière;

la pluie : hauteur, la plus grande précipitation en vingt-quatre heures, l'épaisseur de neige tombée, le nombre de jours pluvieux;

la nébulosité : le nombre des jours clairs, celui des jours nuageux et celui des jours couverts;

le vent : la direction dominante;

pour chaque station : altitude, nombre d'années pendant lequel les observations ont été faites.

On donne en plus la précipitation journalière; les températures maxima et minima; une revue générale des conditions climatiques pendant le mois considéré. De plus, on publie des notes sur l'irrigation, l'utilisation des chutes d'eau ainsi que les rapports observés entre la précipitation et l'écoulement des rivières les plus importantes.

Tous les mardis, pendant l'hiver, le Bureau central de Washington publie le *Snow and Ice Bulletin*, donnant une carte du pays portant la surface couverte de neige, l'épaisseur de cette dernière, ainsi que celle de la glace dans les rivières, d'après les observations faites la veille.

Chaque semaine est publiée une revue du temps : *National Weekly Weather Bulletin*, avec quatre cartes : pluies de la semaine, température maxima et minima, écarts de la température et de la pluie à la normale; un résumé envisageant les phénomènes météorologiques et leur rapport avec l'agriculture. Tous les mois, chaque station centrale publie un résumé d'observations et chaque année un résumé de l'année comparée aux précédentes.

Je ne saurais terminer ce court exposé sans parler de la section nautique du Weather Bureau, qui est sans conteste une des plus importantes de cet établissement. Cette section est chargée de recueillir les informations et documents nécessaires à la préparation des cartes synoptiques journalières et d'établir ces remarquables *Meteorological Charts* des océans. Le développement de la prévision du temps au moyen des cartes synoptiques journalières amena la nécessité d'obtenir des observations précises et simultanées, de jour en jour, sur toute l'étendue de l'océan, afin de mettre en évidence les changements survenus dans l'intervalle de deux observations, de même les variations dans l'écart des conditions normales, de comparer les éléments météorologiques au même instant, dans les endroits plus ou moins éloignés, de déterminer les relations constantes pouvant exister entre ces conditions, d'indiquer aux navires la manœuvre nécessaire pour se dégager des vents dangereux et apprendre aux navigateurs les conclusions à tirer de ces observations. A cet effet, des canots d'observation sont mis à la disposition des capitaines de navires dans les ports des États-Unis, au nombre de 25, où le Weather Bureau possède un bureau local; dans les ports de Bordeaux, du Havre, Marseille, Rouen et Tunis, etc.

L'observation journalière, qui est unique, est faite sur le globe entier au même instant, c'est-à-dire à midi moyen de Greenwich, le temps local (temps du navire) variant par conséquent avec la longitude. A l'heure actuelle, le Service reçoit des observations régulières de 2.291 observateurs marins représentant 24 nationalités.

Comme résultat immédiat d'une telle quantité de documents, le Weather Bureau publie depuis plusieurs années, mensuellement pour l'Atlantique, le Pacifique nord et l'Océan Indien, trimestriellement pour l'Atlantique et le Pacifique sud, des cartes permettant de suivre, d'après l'allure des isobares, les mouvements des zones de haute et basse pression. L'étude de ces cartes, très minutieusement établies, montre que l'on peut grouper les variations barométriques en certains types présentant des caractères particuliers, et c'est certainement par l'étude de ces différents types que l'on peut espérer faire, sur l'Océan, des prévisions utiles.

IV

Il semble intéressant de signaler, en terminant, quelques-uns des résultats pratiques obtenus par le Service météorologique américain.

La facilité avec laquelle, en raison de la situation géographique des État-Unis, peut être faite la prévision du temps, a permis d'obtenir des résultats encourageants; quelques-uns sont à retenir : il a été observé en particulier que des variations de pression sur le Pacifique, dans les parages des Hawaï, précèdent de plusieurs jours certains changements sur la côte américaine et sur le continent entier; l'étude des conditions atmosphériques générales sur l'hémisphère nord et l'étude des relations observées entre les centres d'action ont permis d'annoncer certaines perturbations plus d'une semaine à l'avance.

« L'ouragan qui ravagea le Key-West le 11 octobre 1909 était annoncé depuis le 6, date à laquelle les stations côtières donnaient des avertissements à la navigation. » Ces cyclones se forment en général au S et au SW des aires de fortes pressions qui occupent les latitudes moyennes de l'Atlantique pendant les mois d'été. A mesure que la saison s'avance, ils se développent de plus en plus vers l'W, le long de la limite S des alizés du NE entre les parallèles 8° et 20° N, et 80 °/₀ de ces cyclones, dont la vitesse est de 15 à 18 milles par heure, ont lieu en août, septembre et octobre. La direction de leur mouvement, après leur courbure, dépend de la distribution de la pression sur les États-Unis et les eaux avoisinantes. Le Professeur Garriott a formulé à ce sujet la loi suivante, qui se vérifie assez exactement : « Lorsqu'un cyclone, situé dans la longitude de l'Est de Cuba, se meut vers l'ouest et se trouve au nord de cette île, ou bien se dirige à l'ouest au-dessus de Cuba et de la partie orientale de la mer des Antilles, on peut assurer que sa trajectoire se recourbera vers l'Est, au sud des côtes atlantiques des États-Unis, quand une aire de fortes pressions occupe le NW et, inversement, traversera la ligne des côtes du golfe du Mexique. »

Les recherches de météorologie agricole ont été également nombreuses, et tout particulièrement le Professeur Moore a étudié, avec le plus grand soin, l'influence des forêts sur le climat et les inondations; les conclusions suivantes, qu'il a publiées, sont conformes à celles que l'on trouve dans les *Mémoires du Bureau central météorologique* :

1° Les changements de climat qui peuvent se produire sont d'ordre général et non local, et ne sont sensibles que dans la mesure des périodes géologiques; le déboisement des forêts n'a aucune influence dans la production ou la diminution des inondations, tant en Amérique que dans les autres parties du monde;

2° La précipitation contrôle l'existence des forêts et les forêts n'ont aucune influence sur les pluies;

3° Les modifications locales de température et d'humidité dues à la présence ou à l'absence de surfaces boisées, de villes ou de villages, ne se font sentir qu'à une faible altitude, c'est-à-dire dans une couche d'air rarement saturée, même pendant la pluie; « la précipitation est d'ailleurs le résultat de conditions existant à des altitudes difficilement influencées par les petites variations thermiques de l'air de surface »;

4° La hauteur de pluie n'a pas varié sensiblement depuis le commencement des mesures bien faites;

5° L'écoulement des rivières n'est guère influencé que par la précipitation;

6° Les hautes eaux ne sont pas plus élevées, ni les basses eaux plus basses qu'autrefois. Il y aurait plutôt une tendance, dans ces dernières années, à un écoulement plus normal des basses eaux en été; les inondations n'ont guère varié en fréquence et en durée.

En France, le Bureau Central météorologique, comme nous l'indiquions au début, prend un développement chaque jour plus important; mais il serait à souhaiter que les ressources en soient augmentées pour rendre son action plus étendue, car l'atmosphère ne nous intéresse pas seulement parce qu'elle est le domaine des météores, mais encore parce qu'elle porte sur ses volutes les flottes de l'avenir.

Manley-Bendall, et **Henri Perrotin**,

Secrétaire général de la Société d'Océanographie de Bordeaux.

Météorologiste-Adjoint du Bureau Central météorologique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Weyl (Dr Hermann), *Privatdozent an der Universität Göttingen.* — **Die Idee der Riemannschen Fläche** (La notion de surface de Riemann). — 1 *vol. grand in-8° de* 170 *pages avec* 27 *gravures.* (*Prix broché* : 8 *fr.* 75.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1913.

L'auteur s'est proposé d'exposer en toute rigueur les idées fondamentales relatives aux surfaces de Riemann Bien des démonstrations habituelles de l'Analysis situs sont fondées sur des faits d'intuition; M. H. Weyl n'a voulu faire appel qu'au raisonnement.

Le premier chapitre est consacré à la notion de surface de Riemann. Tous les éléments de fonction qu'on peut déduire par prolongement analytique d'un élément donné, en comprenant aussi bien ceux qui sont réguliers, polaires ou algébriques, forment une figure analytique, à laquelle correspond une surface de Riemann F. L'auteur définit F d'une façon abstraite et étudie ses propriétés topologiques. Comme on est passé du plan de la variable complexe à la surface F, on passe de F à une surface étendue, privée de points de ramification, dont H. Poincaré a montré le rôle important dans l'uniformisation des fonctions analytiques.

Dans le second chapitre, on considère les fonctions analytiques sur la surface F. Il existe une fonction τ, analytique, uniforme sur la surface étendue, et qui a un seul pôle : c'est le théorème d'existence; l'auteur le démontre à l'aide du principe de Dirichlet, rendu rigoureux par la méthode connue de Hilbert. A l'aide de la fonction τ, on forme les intégrales abéliennes et on étudie leurs propriétés classiques; puis l'on fait la représentation conforme de la surface étendue, sur le plan ou un cercle; on obtient ainsi le théorème d'uniformisation, qui a été l'objet de tant de travaux dans ces dernières années.

Cet ouvrage contient donc une exposition très condensée des faits essentiels qu'on rencontre dans la théorie des fonctions multiformes. L'auteur, suivant une méthode chère à F. Klein, a voulu donner une vue d'ensemble sur la théorie en question, en la ramassant pour ainsi dire dans la notion de surface de Riemann; l'intéressante méthode d'exposition de M. H. Weyl l'a conduit à modifier souvent les démonstrations traditionnelles.

G. Lery,
Professeur au Lycée Carnot.

Mouret (Ludovic), *Capitaine au long cours.* — **Aide-mémoire de l'officier de la marine marchande.** — 1 *vol. in-8° de* 128 *pages.* (*Prix* : 4 fr.) *Malacrida*, 22, *rue Canebière, Marseille.*

L'auteur a eu en vue, dans ce petit livre heureusement conçu et heureusement rédigé, de rappeler les problèmes les plus usuels de la navigation au long-cours, et de résumer les connaissances indispensables à l'officier de la marine marchande. Le but est parfaitement atteint, et le possesseur de cet aide-mémoire n'a besoin de consulter les traités spéciaux que dans la limite où il désire étudier plus complètement une question qui l'intéresse.

L'ouvrage est écrit avec une grande clarté, les types de calculs sont bien choisis. Une note très intéressante a été ajoutée sur les typhons des mers de Chine et du Japon, note que l'auteur avait toute compétence pour écrire. L'*aide-mémoire* de M. Mouret se termine par un certain nombre de tableaux de distances. C'est un de ces livres, vraiment utiles, que l'on est heureux de signaler.

L. R.-C.

2° Sciences physiques

Carré (F.), *Professeur du Lycée Jeanson-de-Sailly.* — **Initiation à la Physique** (*Collection des initiations scientifiques, fondée par* M. C.-A. Laisant). — 1 *vol. in-16 de* 180 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.*) *Hachette et Cie. Paris*, 1913.

C'est une œuvre difficile que d'écrire pour les enfants, qui exige de la part de l'auteur une expérience consommée, guidée par une haute envergure d'idées Ce n'est, en effet, qu'en allant au fond des principes, en les dépouillant de toute leur gangue accessoire, qu'on en découvre le squelette véritable, par lequel ils s'appuient solidement l'un sur l'autre pour former l'édifice à la fois scientifique et pratique qui doit être présenté aux regards neufs de l'enfant. Et l'on ferait certainement fausse route en cherchant à écrire une initiation quelconque destinée à être mise directement entre les mains de l'enfant; l'initiateur doit se plier aux circonstances, et attendre souvent que l'attention de l'enfant s'éveille d'elle-même pour la guider dans la bonne voie. Une initiation doit donc s'adresser non à l'enfant lui-même, mais à son éducateur, qui devra trouver dans ce livre les principes directeurs de son action orale. Un tel livre est donc une œuvre haute, car il doit former l'esprit du maître à la philosophie de son enseignement.

Ces idées fondamentales ont été celles de M. Laisant, qui les exprime tout au long dans ses préfaces et qui les résume dans le sous-titre même des livres de sa bibliothèque : *Ouvrage étranger à tout programme, dédié aux amis de l'enfance.*

Il y a quelques années, un livre a paru dans cette collection, s'occupant de questions voisines de celles-ci : c'est l'*Initiation à la Mécanique* de M. Guillaume. Je n'ai pas besoin de le rappeler à ceux que ces questions intéressent, car tous l'ont lu et relu, c'est le modèle du genre : un enfant n'y comprendrait certes rien à la lecture directe, un éducateur doit être imbu fortement des idées qu'il contient pour être digne de son rôle.

M. Carré nous présente aujourd'hui une initiation à la Physique, dans laquelle il donne à l'éducateur de bons conseils. Ce sera à l'éducateur de savoir choisir parmi ceux-ci les plus simples pour les présenter à son élève, en les simplifiant peut-être encore pour les élèves jeunes. Par exemple, la balance de Roberval sert à M. Carré pour mettre en évidence des lois du levier; elle comprend, comme on sait, un parallélogramme articulé pour assurer l'horizontalité des plateaux; quoique M. Carré ne le dise pas, il sera bon de ne la montrer d'abord à l'enfant qu'après avoir démonté les couteaux des plateaux pour la réduire à son seul levier supérieur, avant de s'en servir pour faire comprendre les lois de cette machine, de manière que l'enfant ne puisse pas se faire l'idée fausse que l'ensemble des deux leviers est nécessaire pour l'exactitude des lois. De même, avant de faire exécuter les doubles pesées pour mesurer des densités (p. 36), ne serait-il pas bon de faire comparer deux petits poids placés successivement au bout du levier, en équilibrant par un même gros placé près de l'axe, d'autant plus que cela mène, en même temps, à la balance romaine, que l'enfant verra quotidiennement en usage?

Ne serait-il pas bon aussi d'équilibrer un petit morceau de plomb par un gros morceau de bois avant d'employer la méthode du flacon? Et cela ne suffirait-il pas pour un enfant de cinq à douze ans?

En somme, l'éducateur trouvera dans l'ouvrage de M. Carré des choses utiles. André Broca.

Böhm (Dr C. Richard). — **Die Verwendung der seltenen Erden. Eine kritische Uebersicht** (L'emploi des terres rares. Revue critique). — *Petit in-4° broché de 107 pages avec 10 figures. Verlag von Veit und Comp., Leipzig*, 1913.

Ecrire un livre sur les emplois industriels d'éléments qu'on appelait, hier encore et à juste titre, rares, dont le premier utilisé par l'industrie sous forme de nitrate, le thorium, coûta jusqu'à 2.500 francs le kilogramme, et montrer comment l'adjectif « rare » appliqué à ces substances est devenu une épithète ironique, telle est l'œuvre intéressante accomplie par M. le Dr Richard Böhm. Ce petit livre, rempli de faits, en exposant les résultats obtenus par l'industrie, laisse entrevoir ce qu'elle pourra faire encore.

En face du radium, dont le prix atteint encore 600.000 francs le gramme, l'industrie des terres rares a fait apparaître un redoutable concurrent dans le mésothorium, qui serait tout aussi énergique, d'après ses partisans, dans la lutte contre le lupus, le carcinome, etc., et qui ne coûterait que 180.000 francs le gramme. Une tonne de sable monazité renfermerait en moyenne $2^{mgr},5$ de mésothorium et rapporterait à l'industriel près de 500 francs, alors qu'il gagne péniblement 200 francs en préparant 90 kilogrammes de nitrate de thorium.

Le tannage des peaux, déjà profondément modifié par l'emploi des sels de chrome, sera-t-il encore renouvelé par l'utilisation des sels de cérium? La métallurgie trouvera-t-elle des éléments d'une activité remarquable dans les métaux extraits des terres rares? L'avenir nous le dira; et il faut être reconnaissant à M. le Dr Richard Böhm d'avoir su si bien grouper tous les efforts, réalisés dans les diverses branches de l'industrie, pour utiliser des résidus encombrants.

Paul Nicolardot,
Docteur ès Sciences,
Examinateur suppléant d'admission
à l'Ecole Polytechnique.

Vassart (Abbé), *Fondateur de l'Institut technique roubaisien.* — **Couleurs et colorants dans l'industrie textile.** — *1 vol. in-8° de 168 pages avec figures. (Prix : 6 fr.) Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

L'ouvrage de M. Vassart est un livre de vulgarisation qui a le mérite, en rappelant tous les travaux sur le sujet, y compris ceux de Chevreul, qui ont longtemps fait autorité, d'indiquer ceux qui ont peu à peu modifié et complété nos connaissances sur le sujet, surtout ceux de M. Rosenstiehl, que l'auteur a résumés d'une façon très claire ; certes, à côté du livre de M. Rosenstiehl (*Traité de la Couleur*), celui de M. Vassart fera maigre figure, mais sa lecture sera une préparation très utile à ceux qui voudront aborder l'étude minutieuse, détaillée et rigoureuse que M. Rosenstiehl vient de publier dans son ouvrage magistral.

On peut regretter que M. Vassart, ayant signalé et regretté que le mot couleur s'applique à trois choses extrêmement différentes les unes des autres, ne complète pas sa juste critique en désignant chacune de ces choses par un nom qui lui deviendrait propre; il en résulte que la séparation si indispensable à faire entre mélange des sensations-couleurs et mélange des matières colorantes n'est pas aussi nette qu'il le faudrait.

Un chapitre spécial est consacré aux différents contrastes des couleurs : simultané, successif, mixte et rotatif; et les deux autres chapitres suivants traitent de l'harmonie des couleurs.

La seconde partie est relative aux matières colorantes, non pas à leur fabrication et à leur constitution pour lesquelles il existe des traités spéciaux, mais à leurs qualités de résistance, en particulier leur solidité à la lumière et à l'air; on trouve là des renseignements pratiques intéressants, entre autres un tableau des principaux colorants artificiels, au point de vue de leurs solidités comparées.

L'ouvrage se termine par des considérations pratiques sur les tissus de valeur : fournitures militaires et administratives, tissus d'ameublement, tissus des Gobelins, et sur l'emploi exclusif de la laine dans la tapisserie.

Cet ouvrage est écrit dans un style clair qui en rend la lecture agréable; cependant on y trouve parfois un ton plaisant, voulu et peut-être exagéré par l'auteur, mais qui détone dans un ouvrage d'allure scientifique.

P. Lemoult,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Maillard (L.-C.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Genèse des matières protéiques et des matières humiques ; actions de la glycérine et des sucres sur les acides α-aminés.** — *1 vol. in-8° de XII-423 pages. (Prix : 12 fr.) Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1913.

C'est un travail considérable et dont l'intérêt au point de vue chimique se double, de par la portée des expériences de l'auteur, d'une importance très grande dans le domaine biologique. Dans ce volume de 423 pages, M. Maillard met en évidence la capacité de combinaison des acides aminés avec la glycérine et avec les sucres : il étudie avec le plus grand soin les conditions de la réaction, isole les produits qui en résultent et établit les lois générales des phénomènes observés par lui.

Il faut être familier avec le laboratoire pour apprécier comme ils le méritent les efforts de l'auteur, mesurer la somme de travail que représentent ses recherches, constater ou pressentir les difficultés qu'il a dû vaincre à force d'ingéniosité tenace et patiente.

L'ouvrage se divise en plusieurs parties.

1° Dans une introduction développée est exposée la question des acides aminés, avec l'historique, l'étude des propriétés des peptides, de leur synthèse par les méthodes de Curtius et surtout de Fischer. C'est une bonne mise au point d'un chapitre aujourd'hui classique, mieux connu cependant du moins en France, des biochimistes que des organiciens purs;

2° Dans une seconde partie, l'auteur étudie la réaction de la glycérine d'abord sur le glycocolle, puis sur les homologues de ce dernier, à la température de 170°-175°, et il montre, pour le glycocolle en particulier, que cet acide aminé se soude à lui-même pour donner avec perte d'eau des produits de condensation : c'est la diacipipérazine de Fischer, que M. Maillard désigne plus justement sous le nom de *cyclo-glycyl-glycine* :

$$\begin{array}{c} CO - CH^2 - NH \\ | \qquad\qquad | \\ NH - CH^2 - CO \end{array}$$

puis, la triglycyl-glycine :

$$NH^2 - CH^2 - CO - NH - CH^2 - CO - NH - CH^2 - COOH,$$

la penta-glycyl-glycine.

$$NH^2 - CH^2 - CO - (NH - CH^2 - CO)^3 - NH - CH^2 - COOH,$$

et, enfin, une cyclo-polyglycyl-glycine qui est probablement l'octo-peptide cyclique.

Tous ces corps avaient déjà été décrits par d'autres auteurs qui les avaient obtenus à l'aide de procédés différents. Mais jamais étude d'ensemble n'avait été fouillée si profondément. Ce n'est pas seulement une méthode générale de préparation que M. Maillard a imaginée; il faut lire son livre pour se rendre compte du soin avec lequel il a établi le déterminisme des phénomènes, de la rigueur avec laquelle il a étayé chacune de ses conclusions. Le chapitre relatif aux diverses phases de la réaction, à la disparition progressive du glycocolle, à l'apparition des anhydrides qui d'abord prennent naissance, puis se transforment

ou disparaissent, est un modèle d'ingéniosité et de précision qui révèle un maître expérimentateur.

Cette synthèse de peptides ou *synthèse peptidogène* ne met pas en œuvre, comme celle de Fischer ou de Curtius, des réactifs (chlorure de chloracétyle, hydrazine) qu'on chercherait en vain dans l'organisme : elle utilise l'action combinée de la glycérine et d'une température de 170°-175°. Cette action se ramène-t-elle à une simple déshydratation, ou bien faut-il y voir, à la suite de l'auteur, le résultat d'une éthérification de la glycérine par le glycocolle avec séparation ultérieure de la glycérine et condensation du glycocolle ? Les choses se passent ainsi quand on abandonne à eux-mêmes les éthers méthylique ou éthylique de la glycine : par saponification de ces éthers, les alcools correspondants deviennent libres et le glycocolle se condense en donnant la cyclo-glycylglycine : c'est le procédé classique de préparation de ce corps. En est-il de même pour la glycérine ? L'analogie et aussi quelques arguments indirects semblent favorables à cette conception. Néanmoins, il n'a pas été possible, du moins jusqu'à présent, d'en fournir la preuve positive. On ne connaît pas les éthers glycériques des acides aminés, ce qui ne veut pas dire d'ailleurs que ces composés ne pourront jamais être obtenus.

A cette occasion, M. Maillard édifie une théorie ingénieuse de la synthèse des peptides dans la muqueuse intestinale. D'après lui, les amino-acides provenant de l'élaboration digestive des protéines se combineraient dans la paroi de l'intestin à la glycérine venue des graisses alimentaires et, par le mécanisme indiqué plus haut, ces éthers glycériques instables se saponifieraient ensuite et libéreraient de la glycérine, tandis que l'acide aminé, se soudant à lui-même ou à des acides aminés différents éthérifiés en même temps que lui, donnerait des peptides de plus en plus complexes et, finalement, les protéines elles-mêmes.

La glycérine devient ainsi l'agent de la synthèse des albumines, de même qu'elle donne des corps gras, en s'unissant aux acides gras venus des graisses alimentaires sous l'influence du suc pancréatique.

Il n'est pas besoin de souligner l'importance de ces conceptions séduisantes.

En homme familier avec les données les plus récentes de la Biologie, M. Maillard ne manque pas d'appuyer sa théorie de preuves tirées de la Physiologie ou de la Chimie biologique, et il combat par avance les objections qu'on peut lui faire, en invoquant l'intervention accélératrice des diastases. J'estime cependant que tout en rendant justice à l'ingéniosité de sa théorie, on a le droit de rester libre. Les réactions synthétiques de l'organisme sont encore enveloppées d'un mystère si profond qu'il peut être prématuré de transporter dans le chimisme complexe et obscur de la cellule les réactions plus simples réalisées *in vitro*, et puis il est si tentant d'expliquer la formation des anhydrides du glycocolle en solution glycérique, à 170°, tout simplement par l'action déshydratante de la glycérine à haute température.

On aurait tort de considérer les lignes qui précèdent comme une critique. Il est bon d'essayer de faire la synthèse des faits scientifiques, quand on a eu soi-même le mérite de les établir. Ces tentatives, loin d'être inutiles, sont évocatrices d'idées et de découvertes, et la théorie de M. Maillard est de celles qui s'imposent sinon à une adhésion immédiate, du moins à un sérieux examen.

L'action de la glycérine à 170° sur les homologues du glycocolle donne lieu également à des phénomènes d'anhydrisation : c'est ainsi que la condensation de la leucine fournit une cyclo-leucyl-leucine qui nous vaut, chemin faisant, une étude complète et très documentée sur l'importante et difficile question des leucinimides; la sarcosine et l'alanine se comportent de la même façon et fournissent à leur tour de la sarcosyl-sarcosine, de l'alanyl-alanine.

Si la glycérine, toujours dans les mêmes conditions, agit sur un mélange de deux acides aminés, on obtient des combinaisons mixtes : la cyclo-alanyl-glycine, la cyclo-leucyl-glycine, la cyclo-leucyl-valine, etc.

La méthode apparaît ici avec son caractère de généralité.

3° M. Maillard consacre la dernière partie de son livre à une étude fort intéressante sur le rôle de l'azote, et plus spécialement des acides aminés dans la production des matières humiques et autres corps mal définis qu'on trouve dans le sol, dans le terreau, dans le fumier, dans les combustibles minéraux (houille, tourbe, anthracite, etc.). Ces produits, désignés par les auteurs sous les noms d'acide *ulmique*, *humique*, *fumique*, etc., n'ont jamais été bien définis et peut-être ne sont-ils pas susceptibles d'une définition précise au sens où nous l'entendons. Une opinion très répandue dans certains milieux scientifiques limite trop souvent à la recherche des corps cristallisés ou susceptibles de fournir des dérivés cristallins, l'effort des chimistes vraiment dignes de ce nom : c'est là une conception étroite et fausse, contre laquelle M. Maillard a le courage de s'élever, en montrant par son propre exemple tout l'intérêt que présentent des études de l'ordre de celles qu'il a poursuivies sur ces matériaux peu engageants. L'auteur établit d'abord que déjà vers 34° et même à des températures plus basses, le glycocolle et les acides aminés en général réagissent sur les sucres : le groupement NH^2 se soude à l'hydrate de carbone par la fonction aldéhydique de celui-ci ; de l'eau s'élimine et un dégagement de CO^2, détaché du carboxyle de l'amino-acide, se poursuit. Ces phénomènes ont pour conséquence une condensation des molécules en présence, avec élimination d'eau et production de matières brunes ou noires, amorphes, azotées.

La réaction, rapide vers 100°, est violente vers 130°-150° ; elle est commune aux divers sucres et aux acides aminés, ainsi qu'aux peptides, simples ou complexes, comme les peptones commerciales.

M. Maillard est amené naturellement à rapprocher cette condensation *in vitro* des acides aminés et des hydrates de carbone de la production dans la nature des matériaux également azotés de l'humus, dont la couleur, l'aspect, la composition et les propriétés générales autorisent, en effet, ce rapprochement. Le grand rôle de l'azote dans ces phénomènes naturels est ainsi mis en lumière : c'est par l'intermédiaire de l'azote et de la fonction aldéhydique des sucres que la condensation se poursuit, non seulement pour donner naissance aux matières humiques du sol, du terreau, du fumier, mais encore de la tourbe et de la houille. Ici encore, l'azote intervient pour souder des molécules et provoquer des condensations qui aboutiront à la formation de la houille.

C'est enfin par le même mécanisme qu'au cours de l'hydrolyse des matières protéiques, les sucres et les amino-acides libérés des complexes moléculaires s'unissent pour former les matières humiques ou *mélanoïdiques*, bien connues des chimistes qui ont hydrolysé des protéines par les acides minéraux.

Ces considérations suffisent à montrer tout l'intérêt du beau travail de M. Maillard. La partie expérimentale en est remarquable et les conclusions d'une portée très large donnent l'explication de phénomènes naturels restés jusqu'à présent obscurs et confus.

Dr L. Hugounenq,
Professeur de Chimie biologique
à la Faculté de Médecine de Lyon.

3° Sciences naturelles

Le Dantec (Félix). — **Evolution individuelle et hérédité.** 2me Édition. — 1 *vol. in-8° de 276 pages de la Bibliothèque scientifique internationale.* (*Prix cart. : 6 fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1913.

L'auteur prévient, dès le début, que cette deuxième

édition de son livre n'est qu'une réimpression textuelle de la première. Et bien il fait de prévenir, car, véritablement, on n'y prendrait pas garde, tant paraissent actuels les problèmes traités, et nécessaires les solutions proposées. Si, en 1897, l'hérédité des caractères acquis trouvait de nombreux contradicteurs, elle en trouve encore en 1913, non moins ardents, en dépit des preuves accumulées qui, pour une part importante, appartiennent précisément à Le Dantec. La nécessité de la réimpression s'imposait donc.

Le point de vue de Le Dantec dérive de sa conception générale de l'assimilation fonctionnelle, qui est l'expression rigoureuse des phénomènes, et le fondement nécessaire de toute étude sur la variation. C'est ainsi qu'elle permet d'établir entre les diverses variations des distinctions importantes; elle permet, en particulier, de séparer les variations apparentes des variations vraies. Les premières sont purement morphologiques et restent individuelles; elles résultent non pas d'une modification chimique de la substance vivante, mais des conditions de milieu qui, sans rien changer à la substance même, l'assimilation étant parfaite, entraînent des réactions différentes et, partant, des résidus différents. La partie solide de ces résidus fixe la forme d'équilibre au moment considéré. Mais si les descendants de cet individu se retrouvent dans les conditions initiales, ils reprendront la forme ancestrale : il n'y a eu aucune acquisition, puisque, en fait, l'être n'a subi qu'une variation superficielle.

Dès que l'assimilation cesse d'être parfaite, elle est accompagnée de destruction de la substance vivante. Le phénomène a pour conséquence naturelle la mort. Parfois, cependant, avant que la destruction ne soit complète, l'organisme en arrive à un état tel, que les conditions qui entraînaient sa destruction se trouvent maintenant favorables à l'assimilation totale, donc à la vie. Mais alors s'est effectué un changement définitif, la substance même de l'organisme a subi une modification définitive : c'est la variation vraie, qui se transmet héréditairement. Elle est tout d'abord quantitative, mais elle peut être également qualitative. Il va de soi qu'entre la variation vraie et la variation apparente, n'existe pas une ligne de démarcation absolument tranchée. L'accumulation de déchets autour d'un organisme, si elle ne modifie dès l'abord que la forme extérieure, peut déterminer à la longue, par sa persistance, une modification de l'assimilation : elle se trouve alors fixée et devient, elle aussi, un caractère acquis.

Je ne puis suivre Le Dantec, et je le regrette, dans la série des déductions qu'il tire, avec une admirable logique, de son point de départ; je voudrais cependant souligner l'esprit général qui s'en dégage à une lecture attentive et sur lequel, au temps où nous sommes, on ne saurait trop insister. De plus en plus, semble-t-il, les théories biologiques de l'hérédité reposent sur des considérations strictement morphologiques, comme si la morphologie était l'essence même des êtres, comme si cette morphologie se modifiait indépendamment des conditions ambiantes.

Le Dantec met en parfaite évidence que le phénomène essentiel réside, bien au contraire, dans la constitution chimique de l'être, et que la forme n'est qu'une traduction possible de cette constitution. Sous une forme qui paraît permanente, des changements nombreux se produisent souvent, car l'organisme ne se soustrait à aucun moment à l'influence des conditions ambiantes et doit, à chaque instant, être adapté pour continuer de vivre ; à chaque instant, donc, il pourra varier et les variations successives seront corrélatives. Les modifications de la virulence de la Bactéridie charbonneuse fournissent le meilleur exemple de ces variations que la morphologie ne traduit pas et dont on connait cependant toute l'importance.

Ce livre, dans son ensemble, est donc comme une sorte de traité de lamarckisme. Or, au moment où il fut écrit, — Le Dantec en fait l'aveu dans sa nouvelle préface, — l'auteur ne connaissait du lamarckisme qu'une caricature et n'hésitait pas à se déclarer disciple de Darwin. Par la logique des choses, il a « fait du darwinisme avec une âme de lamarckien inconscient ». Il en résulte ceci, qui n'est pas le côté le moins remarquable du livre, qu'après quinze ans, l'auteur n'a rien à désavouer : il peut même constater, non sans joie, que ses méditations nouvelles l'ont conduit à développer les points implicitement inclus dans son œuvre d'hier. Bien plus, si les découvertes récentes de la Biochimie, si, par exemple, la notion des colloïdes ont, depuis, enrichi nos connaissances, elles n'ont point rendu caduques les spéculations de Le Dantec; elles les ont, en quelque sorte, confirmées, tout en permettant de les exprimer sous une forme plus simple. Ainsi, l'exposé du phénomène des caractères acquis présentait des difficultés très grandes, en raison de la nécessité qu'il y avait de passer directement des phénomènes chimiques aux phénomènes individuels ; mais l'étude des colloïdes a permis à Le Dantec de s'arrêter à la considération d'une échelle intermédiaire, l'échelle protoplasmique ou colloïde, qui est à peu près à mi distance entre l'échelle atomique ou chimique et l'échelle individuelle ou mécanique. De même, ont pu être simplifiés, depuis, les problèmes de l'évolution individuelle.

Mais si un effort pareil n'est plus utile aujourd'hui, cet effort a été accompli et, lisant cette nouvelle édition d'un livre écrit il y a quinze ans, le lecteur, séduit par la clarté de l'exposé, ne se doutera pas un instant des difficultés surmontées. Ayant lu « Evolution individuelle et Hérédité », il se trouvera certainement fort bien préparé à entreprendre des études biologiques plus approfondies et à comprendre des théories plus synthétiques.

Etienne Rabaud,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

4° Sciences diverses

Delbet (Pierre), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — **La Science et la Réalité.** — 1 *vol. de* 340 *pages de la Bibliothèque de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Flammarion. Paris*, 1913.

Ce livre, dont le titre est si voisin des ouvrages célèbres de Poincaré, et qui se fût intitulé très probablement *La valeur de la Science*, si ce titre n'avait justement été pris par l'un de ces ouvrages, vise essentiellement à justifier la valeur *absolue* de la science, comme l'indiquent l'épigraphe : « La science ne garde aucune trace de son origine humaine », et les derniers mots de la conclusion, résumant l'esprit des pages précédentes : « Nous ne sommes pas dupes ». Et cette justification est dirigée contre les spéculations de Poincaré, faisant de la science un langage, un système d'expression commode et de valeur pratique.

M. Delbet, qui est un chirurgien, mais qui possède une culture générale remarquable et l'intérêt le plus vif pour toutes les formes de la science, n'est pas esprit à se contenter d'une vérité pratique; il lui faut la certitude que ce qu'il sait est vrai d'une façon absolue; il pense que la science lui donne bien cet absolu qu'un grand nombre d'esprits — à ce point de vue semblables au sien — cherchent actuellement dans des révélations internes ou dans la foi.

Fils d'un disciple direct d'Auguste Comte, mais rebelle au positivisme intégral, M. Delbet éprouvait depuis longtemps, nous dit-il, un besoin violent de savoir où il en était dans le voyage scientifique constituant sa vie : « Ce besoin est devenu peu à peu une torture ». Il lui fallut faire un examen de conscience général, qu'il a rendu public, pour éviter à d'autres de refaire cet effort; et certes, en mettant fin à une torture, il causera un sensible plaisir à de nombreux lecteurs, avec cet ouvrage sincère et agréable à lire.

On sent une parenté profonde de l'auteur avec M. Le

Dantec[1], et cette parenté se fortifia d'échanges d'idées qui ont fait passer chez M. Delbet une série de conceptions propres au biologiste dont les livres sont si populaires, comme la notion d'échelle, — échelle molaire fournissant une loi causale résultant d'un chaos à l'échelle moléculaire, — comme la comparaison avec les entités du Moyen-Age, avec le phlogistique, par exemple, de l'alexine d'Ehrlich et des corps et anticorps qu'a fait naître la conception de l'immunité, comme l'affirmation que « la matière vivante *conquiert* incessamment le milieu par *l'assimilation* », comme les explications lamarckiennes de l'évolution, etc.

Et ce livre est un document psychologique d'un très vif intérêt, qui inspire, pour la mentalité de son auteur, la plus grande sympathie, même quand on ne peut constamment adopter son point de vue.

On se trouvera peut-être en droit de penser, en particulier, que les choses sont souvent envisagées sous une forme trop simple et que le besoin de s'appuyer sur le mot oreiller de la certitude conduit à négliger bien des complexités embarrassantes.

On est un peu gêné parfois de voir opposer aux subtiles mais géniales discussions de Poincaré, sur la notion d'espace, par exemple, le manque d'intérêt de ces réflexions qui seraient toutes psychologiques et métaphysiques. En réalité, il n'y a évidemment pas moyen de s'entendre quand on ne se place pas sur le même terrain. Alors que Poincaré envisage la notion intellectuelle d'espace, le jeu de l'esprit faisant la science, M. Delbet déclare qu'il faut se placer au début de l'évolution, à l'origine (ce qui n'est peut-être pas une attitude très positive, car les débuts nous échappent), et déclare que les êtres se sont comportés toujours de la même façon dans l'espace, comme ils s'y comportent encore inconsciemment (les mouvements persistant après l'abolition de la sensibilité dans l'anesthésie). Poincaré aurait parfaitement admis cela, mais ce n'est pas le problème qu'il se pose; si la science est faite pour favoriser l'activité, elle ne se confond pas purement et simplement avec celle-ci.

Et, quand il considère comme des jeux inutiles les hypothèses sur la réalisation de conditions propres à rendre possible un espace à *n* dimensions, hypothèses destinées à montrer la relativité de certaines de nos notions, quand il tient à envisager l'éther comme ayant une réalité absolue au même titre que la matière, M. Delbet montre, évidemment, qu'il ne s'est pas tenu très au courant des travaux passionnants des physiciens modernes[2]; il oppose toujours à ces hypothèses l'expérience, comme si l'expérience ne devait pas être interprétée, et comme si ce n'était pas sur des expériences que se fonde la loi de variation de la masse avec la vitesse qui ébranle si complètement notre foi (M. Delbet ne me pardonnera sans doute pas d'employer ce mot) dans la valeur absolue de certaines notions, comme si bien des faits n'étaient pas invoqués en faveur du principe de relativité. Est-ce être plus près des faits que d'expliquer les génies en disant que « l'adaptation de leurs colloïdes nerveux est si complète que leurs pensées sont en harmonie parfaite avec la Nature »? Une affirmation de ce genre, dans sa vague banalité, ne peut vraiment pas être considérée comme ayant un caractère scientifique.

L'absolu de la connaissance humaine est d'ailleurs fondé par M. Delbet sur une équivoque : Pour établir la valeur des sensations, — d'où naturellement doivent découler les idées générales qui fondent notre connaissance scientifique, — il suffit, dit-il, que pour une même excitation la réaction cellulaire soit la même, parce que « la répétition du phénomène entraîne nécessairement à établir une concordance entre l'excitation et la réaction, de telle sorte que cette réaction devient révélatrice de l'excitation. Ainsi, ajoute-t-il, s'établit une connaissance du monde extérieur qui ne peut pas être trompeuse. Elle peut être et elle est fort incomplète, mais elle ne peut pas être erronée ».

A cela tout le monde pourra souscrire, sauf à l'emploi des termes « connaissance » et « erroné ». Pour beaucoup, en effet, on ne peut parler de connaissance, si la nature profonde des choses n'est pas révélée, et l'erreur ou la vérité n'aurait rien à voir avec une adaptation de réactions à des excitants. Et, pour ceux qui renoncent justement à l'absolu des choses en soi, le caractère relatif de notre connaissance se base sur ce qu'elle est une adaptation, dont rien ne prouve qu'elle est adéquate, alors que M. Delbet y voit la preuve que nous atteignons la vérité absolue et affirme cette adéquation!

Comment s'entendre dans ces conditions? Mais ce désaccord n'empêche pas que, dans le détail, on puisse suivre avec plaisir des argumentations logiques très solides; et, pour ma part, j'ai eu la vive satisfaction de trouver des idées ou des raisonnements dont je serais presque tenté d'affirmer la justesse, parce que je me sens complice.

La critique du darwinisme, où M. Delbet rappelle cette vérité évidente et souvent méconnue que la sélection ne crée pas, et signale que l'on a tort de négliger la maladie, la critique des entités weismanniennes, si chère à nombre de biologistes contemporains, avec le rappel des corrélations qui donnent à un organisme son unité, l'idée générale même de rattacher l'esprit humain et la science à l'évolution, la conception du hasard, où l'absence de lois constitue une loi, à condition de ne s'adresser qu'à des séries énormes, l'originale définition du calcul des probabilités d'où devrait être éliminé le côté subjectif, et devenant « le calcul des constantes dans les longues séries de faits homologues qui ne sont pas liés par des relations causales directes », sur tous ces points les arguments de l'auteur paraissent singulièrement probants. Et j'ai été heureux aussi de le voir exposer le principe de la psychologie objective — principe qui l'entraîne évidemment à des affirmations métaphysiques sur la valeur de notre connaissance, mais qui peut rester méthodologique — lorsqu'il déclare :

« Certains psychologues se préoccupent beaucoup de savoir si les mêmes causes produisent chez tous les hommes les mêmes sensations. Nous désignons ces sensations par des adjectifs que nous appliquons aux objets. Quand nous disons qu'un corps est rouge, cela veut dire, dans le langage de l'ignorant, qu'il cause une certaine sensation. Cette sensation est-elle la même pour tous? C'est là une question mal posée : C'est un problème imaginaire. La seule chose importante, c'est que tous les hommes qui parlent français appliquent le qualificatif rouge aux mêmes corps, à la même lumière. »

C'est la réaction provoquée par l'excitation, c'est le rapport entre ces deux termes, qui constituent en effet la matière des recherches de la psychologie objective, insoucieuse de la qualité incommuniquable des phénomènes conscients dont on soupçonne l'interposition.

Sur bien des points encore, on pourrait signaler des réflexions intéressantes, et partout on sent la sincérité absolue de cet examen de conscience philosophique.

S'il suscite, à son tour, la réflexion du lecteur, et il y est propre, il rendra service à ceux qui ne sont pas portés d'eux-mêmes à cet effort spéculatif; on aura toujours en tout cas plaisir et profit à le lire.

H. Piéron,
Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne.

[1] Cette parenté se manifeste en particulier par une égale incompréhension des théories bergsoniennes. M. Delbet attribue à Bergson une conception qui n'est absolument pas la sienne à propos du temps.

[2] L'affirmation que la distribution des étoiles est homogène, même en y comprenant la Voie lactée, n'est pas en accord non plus avec le résultat des dernières spéculations cosmogoniques de Poincaré, qui trouvait des traces d'organisation dans le système stellaire, ni avec l'examen de la nouvelle carte du ciel.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Janvier 1914.

M. **G. Vasseur** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Gambier** : Sur les courbes à torsion constante. — M. **A. Denjoy** : Sur une propriété des fonctions à nombres dérivés finis. — M. **J. Pal** : Sur les transformations des fonctions qui font converger leurs séries de Fourier. — MM. **Ph. Frank** et **G. Pick** : Sur quelques mesures dans l'espace fonctionnel. — MM. **H. Bohr** et **E. Landau** : Sur les zéros de la fonction $\zeta(s)$ de Riemann. — M. **R. Bricard** : Sur un mouvement doublement décomposable. L'auteur montre, en particulier, qu'un parallélipipède gauche à trièdres aplatis, d'arêtes données, est déformable avec deux paramètres, les dièdres de tous les parallélogrammes gauches qui le constituent étant de grandeur constante. — M. **M. Hamy** montre que les spectrographes à prisme objectif, si avantageux au point de vue du rendement lumineux, sont susceptibles d'être agencés de manière à fournir, d'une manière parfaitement sûre, les mouvements des astres dans la direction de la ligne de visée, par comparaison avec un spectre terrestre.

2° Sciences physiques. — M. **G. Lippmann** décrit une méthode pour le réglage d'une lunette en autocollimation, d'une précision qui ne peut être dépassée. — MM. **A. Tauleigne, F. Ducretet** et **E. Roger** présentent un dispositif pour l'enregistrement graphique des radiotélégrammes, consistant dans la combinaison d'un détecteur électrolytique spécial et d'un relais polarisé. — M. **R. Swyngedauw** montre qu'avec la longueur et la capacité des câbles des réseaux actuels la résonance des harmoniques 3 des alternateurs triphasés est pratiquement impossible, si l'étoile de la génératrice est isolée. — M. **F. Wallerant** décrit un nouveau procédé pour la mesure du pouvoir rotatoire des cristaux biaxes. Il a ainsi mesuré la rotation des tartrates droit d'Am et Sb, droit et gauche d'Am et Na ; l'acide tartrique racémique ne donne pas de rotation. — M. **G. Friedel** montre que la diffraction des rayons X par les cristaux confirme la distinction entre le réseau et l'assemblage cristallins, qui sont des multiples simples l'un de l'autre. Le réseau est révélé, avant tout, par les clivages, l'assemblage par la diffraction. — M. **R. Marcelin** a indiqué que les formules qui traduisent les résultats empiriques de la Dynamique physico-chimique peuvent se ramener à une forme unique. Il montre que celle-ci se présente comme une conséquence très directe de la règle de distribution énoncée en théorie cinétique par Boltzmann et Gibbs. — M. **L. Crussard** donne une intégrale première de l'équation de conductibilité relative aux déflagrations en régime permanent dans les milieux conducteurs. — M. **J.-R. Mourelo** signale l'existence de la phototropie réversible dans un système inorganique, tel que le sulfure de calcium, phosphorescent ou non. Le diluant ne paraît pas avoir d'influence sur la phototrophie; mais tous les sulfures de calcium phototropes étudiés contenaient du Mn, qui paraît à la fois phosphorogène et phototrope. — M. **R. Goubau** a déterminé le point de fusion de l'arsenic dans un ballon de quartz rempli de gaz inerte. Il est de 817°C.; longtemps avant de fondre, l'arsenic possède déjà une forte tension de vapeur. — MM. **J. Canac** et **E. Tassilly** sont parvenus à obtenir sur l'Al un dépôt adhérent de Ni après avoir fait subir à l'Al les opérations suivantes : passage dans un bain de potasse à l'ébullition, brossage avec un lait de chaux, trempage dans un bain de CAzK à 2 °/₀₀, puis dans un bain chlorhydrique ferrugineux. — M. **Ed. Chauvenet** a préparé une nouvelle combinaison du chlorure de zirconium avec la pyridine $ZrCl^4.4C^5H^5Az$. Elle se décompose à 50° en donnant le corps déjà connu $ZrCl^4.2C^5H^5Az$. — M. **M. Javillier** signale une cause d'erreur dans l'étude de l'action biologique des éléments chimiques : c'est la présence de traces de zinc dans le verre, en particulier dans le verre d'Iéna, qui constitue les vases employés.

3° Sciences naturelles. — MM. **R. Argaud** et **I. Brault** montrent que les « leprazellen » de Virchow ne répondent pas à une entité structurale inhérente à la lèpre ; ce sont tout simplement des cellules phlegmasiques qui dégénèrent sous l'incitation bacillaire, se vacuolisent et finissent par devenir les cellules en écumoire. — M. **A. Laveran** a reconnu que l'agent du *debab* d'Algérie, épizootie atteignant les dromadaires et parfois les chevaux, est le *Trypanosoma soudanense*. — M. **P. Chaussé** montre que le contact de l'air à des vitesses inférieures ou égales à 30 mètres par seconde ne peut détacher des crachats ou de la salive qu'un très petit nombre de particules respirables. La viscosité et la cohésion de ces produits s'opposent à leur division fine sous l'action des courants aériens. — M. **A. Lécaillon** a constaté que la fécondité du Négril des luzernes, dans des circonstances favorables, peut être considérable : certaines femelles peuvent pondre jusqu'à un millier d'œufs. — MM. **Aug. Lumière** et **J. Chevrotier** ont reconnu que des cultures de gonocoques, soumises à l'influence des basses températures jusqu'à — 195°, conservent toute leur vitalité. — M. **M. Longchambon** a observé que les deux sédimentations magnésiennes, dévonienne et secondaire, des Pyrénées sont en relation, au moins locale, avec les remaniements de masses continentales qui ont suivi les phases orogéniques importantes. — M. **L. Mengaud** montre que les couches crétacées des environs de Comillas (province de Santander) et celles de la Muela de Vicorp se rattachent nettement, d'une part, au Gault de Cosne ; d'autre part, à l'Albien de Portugal et d'Amérique. — M. **O. Mengel** a reconnu qu'à la fin du Néogène il s'est produit un mouvement orogénique qui affecta toute la partie orientale des Pyrénées et occasionna un retrait de la mer. Un mouvement épirogénique lui succéda, qui ramena la mer vers l'Ouest. Enfin la mer se retira ensuite. — M. **L. Gentil** a étudié la structure du plateau des Beni-Mtir (Maroc central). Il est formé d'un soubassement primaire, recouvert d'un entablement jurassique. Son affaissement a provoqué l'épanchement de laves basaltiques. — M. **A. Brun**, en réponse aux récentes notes de MM. Day et Shepherd, maintient qu'en 1910, époque de sa visite, l'exhalaison du lac de lave du Kilauea était anhydre ; ses nombreuses observations en font foi.

Séance du 19 Janvier 1914.

M. **Charles Richet** est élu Membre de la Section de Médecine et de Chirurgie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Arnaud** indique un moyen d'améliorer l'approximation donnée par les formules approchées qu'il a proposées récemment pour la réfraction astronomique. — M. **V. Valcovici** : Sur les mouvements fluides à tourbillon constant. — M. **G. Lumet** décrit une machine spéciale pour la détermination des coefficients de frottement médiat des huiles employées pour le graissage des moteurs à explosion et il donne quelques-uns des résultats obtenus.

2° Sciences physiques — M. H. Deslandres et L. d'Azambuja ont étudié le deuxième groupe de bandes de l'Az dans le champ magnétique. Dans ce groupe de l'Az, de même que dans le troisième groupe et dans la bande violette du gaz d'éclairage, les déplacements des raies ont lieu avec division et polarisation, et se ramènent à des divisions Zeeman ordinaires, un peu modifiées. On remarque dans ces divisions le faible écart des composantes. — M. M de Broglie a étudié les spectres de rayons Rœntgen obtenus par réflexion sur un cristal tournant lentement. Ils débutent, du côté des petites longueurs d'onde, par deux bandes d'apparence continue, légèrement variables, avec l'anticathode; il comprend ensuite des raies nombreuses, caractéristiques de l'anticathode et très variables avec celle-ci. — MM. M. de Broglie et F.-A. Lindemann ont réalisé un spectroscope à fluorescence pour la vision directe des spectres de rayons Rœntgen. Ce procédé est naturellement moins sensible que le spectrographe photographique. — MM. V. Henri et M. Landau ont constaté que le mélange acide oxalique + sels d'uranyle provoque une absorption des rayons ultra-violets beaucoup plus forte que la somme des constituants. Cette exaltation de l'absorption est en relation avec la labilité chimique de ce mélange. — M. G.-A. Le Roy décrit un procédé purement physico-chimique d'agrandissement ou de réduction des phonogrammes : il consiste à en prendre un moulage avec une dissolution très concentrée ou très diluée et à laisser celle-ci se gonfler ou se rétracter, puis à mouler par galvanoplastie le moule gonflé ou rétracté. Ce procédé évite les vibrations parasites dues aux reproductions pantographiques. — M. P. Jolibois signale qu'il a déterminé avant M. Goubau le point de fusion de l'As, qu'il a trouvé égal à 849-852°. — Mme Demassieux a étudié l'équilibre entre $PbCl^2$ et KCl en solution aqueuse. A 14°, 50° et 100°, l'allure générale du phénomène est la même. Les courbes d'équilibre montrent l'existence des sels doubles $2PbCl^2.KCl$ et $PbCl^2.KCl.1/3\,H^2O$. M. E. Léger a reconnu que l'homonatafoine renferme 5 groupes OH et répond à la formule $C^{23}H^{22}O^{10}$; la nataloïne devient donc $C^{23}H^{24}O^{10}$. — M. J. Danysz, en ajoutant une solution de AgBr dans KCAz à une solution de chlorhydrate d'arsénobenzol (salvarsan), a obtenu de l'arsénobenzol bromoargentique, précipitable à l'état de sulfate, qui jouit de propriétés thérapeutiques plus actives que le salvarsan, sans être plus toxique. — MM. H. Hérissey et A. Aubry ont obtenu par synthèse biochimique au moyen de la galactosidase α contenue dans la levure de bière basse séchée à l'air le méthylgalactoside α, cristallisant avec une mol. d'eau, F. anhydre 114°-115°, $\alpha_D = +176°,3$. — MM. Em. Bourquelot et M. Bridel ont constaté une reprise de l'hydrolyse ou de la synthèse après obtention de l'équilibre fermentaire lorsqu'on apporte des changements dans la composition des mélanges. Ainsi, après destruction de glucose, on voit reprendre l'hydrolyse; après addition, on voit reprendre la synthèse. — MM. G. Bertrand et H. Agulhon ont déterminé, par leur nouvelle méthode colorimétrique, les quantités d'acide borique existant normalement dans un certain nombre de substances alimentaires animales et végétales. — M. A. Gautier a reconnu que le fluor existe chez les animaux sous deux formes principales. Dans les tissus à vie éminente (muscles, glandes, tissu nerveux) et dans diverses sécrétions (sang, lait), F est lié au P par l'intermédiaire de la matière organique azotée (1 partie de F lié 350 à 750 parties de P sous la forme organique). Dans les tissus à vie plus lente (os, cartilages, tendons), F n'est associé qu'à 130 à 180 fois son poids de P. Enfin, dans les produits à vie douteuse ou nulle (poils, cheveux, plumes, ongles), F et P sont entre eux dans les rapports qui caractérisent les fluophosphates minéraux, en particulier l'apatite — M. Balland montre le développement exagéré du blutage des farines, qui atteint aujourd'hui 50 °/₀ dans les villes et 30 °/₀ pour le pain de munition. Il augmente le prix du pain et diminue sa valeur nutritive.

3° Sciences naturelles. — MM. Aug. Lumière et J. Chevrotier ont fait ingérer aux animaux, puis à l'homme, sans aucune réaction, des doses considérables d'un mélange de bacilles d'Eberth, de colibacilles et de paratyphiques stérilisés par la chaleur. Ils ont ainsi réalisé une immunisation durable à la fois contre les septicémies expérimentale éberthienne, colique et paratyphique. — M. E. Voisenet a isolé des eaux un ferment qui paraît identique à celui des vins amers, le *Bacillus amaracrylus*. Comme lui, il déshydrate la glycérine. — M. J. Géorgevitch a étudié le cycle évolutif d'une Myxosporidie, la *Henneguya gigantea*. Il a reconnu, contrairement aux assertions courantes, que les spores peuvent germer dans le kyste. — M. Ed. Chatton a constaté que des Péridiniens typiques peuvent, sous l'influence de l'hypernutrition, conséquence de la vie parasitaire, développer au cours de leur cycle un système nucléaire complexe dont l'existence est inconnue chez les formes libres normales, mais qui reproduit d'une manière assez fidèle, les plasmodendrites exceptés, celui des Noctiluques. — M. J. Deprat a reconnu que les horizons à Fusulinidés d'Akasaka (Japon) se succèdent exactement comme ceux de l'Indochine et de la Chine méridionale, tout en étant moins riches. — M. J. Repelin estime que c'est à un chevauchement d'âge alpin, le long d'une vallée d'érosion, ayant atteint le Trias, qu'il est possible d'attribuer les relations si étranges du Crétacé et du Trias dans la vallée du Gapeau, entre Signes et Méounes.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Janvier 1914.

MM. R. Wurtz et L. Camus décrivent la technique du contrôle du vaccin, telle qu'elle est en usage à l'Institut supérieur de vaccine de l'Académie de Médecine. Les opérations pratiquées ont pour but de déterminer: 1° la pureté (par les méthodes bactériologiques ordinaires); 2° l'activité du virus (par l'inoculation expérimentale et par un contrôle clinique). — M. Ch. Fiessinger montre que les sujets dont la tension artérielle est forte ont une filtration rénale meilleure que les rénaux dont la tension artérielle est faible; l'hypertension artérielle d'origine rénale est donc une réaction de défense. Il faut donc respecter dans une certaine mesure la réaction curative de la nature, en évitant simplement les crises hypertensives surajoutées. Si une hypertension artérielle très élevée persiste, on peut la combattre par le régime hydro-lacté sévère avec repos, les purgatifs et la saignée. — M. Ed. Enriquez a obtenu d'excellents résultats par les injections massives de sucre dans le sang (sérum glycosé à 300 °/₀₀) dans les états infectieux et toxiques graves et dans les oliguries de cause mécanique; elles provoquent une diurèse pour ainsi dire immédiate, suivie d'une amélioration rapide de l'état général. Elles sont également à recommander dans les états d'inanition prolongée. — M. G. Le Filliatre présente deux fillettes xiphopages, âgées de six semaines. Bien constituées, elles ont chacune un organisme qui leur est propre, et sont simplement accouplées par un pont qui les unit au niveau de la partie inférieure du thorax et de la partie supérieure de l'abdomen. L'auteur se propose de les séparer ultérieurement.

Séance du 13 Janvier 1914.

M. D. Berthelot est élu membre titulaire dans la Section de Pharmacie.

M. P. Teissier décrit deux cas de dysenterie amœbo-spirillaire, caractérisés par la présence de nombreux spirilles dans l'intestin, localisés aux parties filantes ou glaireuses des selles, voisins du grand spirille intestinal de Mühlens, sinon identiques. — M. M. Labbé montre que la cure de légumes secs est indiquée chez

les diabétiques en état d'acidose; elle est indispensable dès qu'apparaissent les menaces de coma; son emploi prolonge la vie des malades.

Séance du 20 Janvier 1914.

M. **A. Gautier**: Le fonctionnement et l'état du fluor chez les animaux (voir p. 125). — M. **V. Babes** présente ses observations sur la lutte contre le choléra dans l'armée roumaine. L'épidémie a été combattue avec plus ou moins de succès en faisant l'isolement et la désinfection des porteurs internes et une vaccination forcément incomplète. M. Babes préconise au contraire: la constatation et l'isolement des premiers cas, une alimentation en eau potable irréprochable de toutes les localités exposées, la surveillance et une désinfection très sévère des habitations et des porteurs externes, la vaccination obligatoire et complète des sujets exposés, avec un vaccin le plus efficace possible, la constatation des porteurs dans les laboratoires et l'isolement, en tenant compte du degré d'infectiosité des isolés. — M. **Marage** pose les règles acoustiques et cliniques de la rééducation auditive. Il faut se servir de vibrations aériennes et non de vibrations métalliques en employant des vibrations bien connues, d'abord simples, puis plus complexes. On établit le diagnostic différentiel du genre de surdité d'après le tracé obtenu en mesurant l'acuité auditive avec l'acoumètre, et on mesure à la fin de chaque semaine de traitement les variations de l'acuité auditive. Il suffit de faire agir chaque jour cinq minutes sur chaque oreille les vibrations fondamentales des voyelles. Si, au bout de une à deux semaines, aucun résultat n'a été obtenu, il est inutile de continuer ; l'hypoacousie est incurable. — M. **Routier** signale un cas rare d'abcès appendiculaire siégeant dans le mésentère, dû à la perforation d'un appendice anormalement situé entre les deux feuillets mésentériques.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 Janvier 1914.

M. **Alb. Berthelot** signale la toxicité éventuelle de certaines préparations commerciales obtenues par l'hydrolyse diastasique totale de la viande et employées couramment pour l'alimentation intrarectale de nourrissons malades. — MM. **A. Clerc** et **C. Pezzi** ont trouvé dans les solutions de fumée de tabac, à côté de la nicotine, des substances déprimantes qui amènent plus ou moins rapidement l'arrêt du cœur en diastole; ces dernières substances se retrouvent dans la fumée des feuilles de beaucoup de végétaux. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** décrivent un procédé d'isolement, sous forme de combinaison argentique, de la substance active du lobe postérieur de l'hypophyse. — MM. **L. Rénon, Ch. Richet fils** et **André Lépine** montrent que certaines substances insolubles, tel le carbone colloïdal, exercent une puissante action antiseptique. — M. **B. Sauton** a constaté qu'une faible proportion de bismuth retarde ou empêche la culture du bacille tuberculeux. — Mlle **L. Fandard** et M. **A. Ranc** ont déterminé la teneur en sucre du sang de quelques poissons de mer ; elle est voisine de 0,50 gr. ‰ en moyenne, quantité bien inférieure à celle que l'on trouve chez les animaux homéothermes. — MM. **E. Ausset** et **M. Breton** montrent que la bacillémie tuberculeuse n'est pas exceptionnelle au cours de la typho-bacillose de l'enfance; on la décèle le mieux en inoculant, dans le péritoine des cobayes, le culot de centrifugation d'un volume de sang citraté ou hydrolysé atteignant 20 ou 30 centimètres cubes au minimum. — MM. **G. Froin** et **Pernet** montrent que, dans le sang de l'hémoglobinurique, le froid agit d'une façon élective sur la toxine du complexe hématique pour engendrer l'accès hémolytique, en s'opposant à l'action antihémolytique de NaCl ou en atténuant cette action. — M. **H. Iscovesco** a isolé du foie un lipoïde dont l'administration provoque une forte augmentation du poids du corps et favorise le développement du poumon; il paraît identique au lécithide retiré de l'huile de foie de morue. — M. **H. Piéron** démontre la proposition suivante : La rapidité de décroissance initiale des temps de latence des sensations en fonction de l'intensité croissante des excitations est relativement faible pour les sensations à grande marge d'excitabilité; elle est grande ou très grande pour les sensations à faible marge d'excitabilité. — MM. **L. Launoy** et **K. Oechslin** ont séparé la dépressine en trois produits différents : les deux premiers sont sans action sur la pression artérielle; le troisième est très dépresseur et ne rend pas le sang incoagulable. — M. **A. Toltschinsky** a reconnu que les champs de discrimination tactile de divers sujets, pour un point déterminé, affectent une même forme générale propre à chaque centre envisagé, forme qui diffère plus ou moins du cercle, souvent aplatie et ellipsoïdale, parfois polygonale et irrégulière; les champs ne sont pas juxtaposés, mais se compénètrent en tous sens ; ils ne sont pas arrêtés par les plis d'articulation à la surface palmaire. — MM. **E. Bardier** et **D. Clermont** ont constaté que, pour des transfusions faites avec les tubes de Tuffier de 2 à 2,5 millimètres, le débit sanguin chez les chiens peut atteindre 200 grammes et plus dans les trois premières minutes de la transfusion. Il baisse ensuite en même temps que la pression. — MM. **Cluzet** et **Petzetakis** ont reconnu que les agents d'anesthésie générale modifient de façons diverses l'électrocardiogramme. L'éther, le chlorure d'éthyle, le chloralose n'influencent pas le rythme fondamental du cœur, tandis que le chloroforme le modifie. — MM. **R. Debré** et **J. Paraf** décrivent la méthode de préparation de leur sérum antigonococcique antimicrobien actif et le procédé de titrage de ce sérum.

Séance du 24 Janvier 1914.

MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** ont constaté que, dans les organes génitaux externes des Crocodiles, prédomine le tissu fibreux; dans ceux des Chéloniens, le tissu vasculaire ou érectile. — MM. **M. Loeper** et **A. Mougeot** estiment que la recherche du réflexe oculo-cardiaque dans le diagnostic des bradycardies constitue une épreuve trop rapide pour être dangereuse; si elle est faite avec circonspection, elle ne peut entraîner aucun incident. — M. **E. Savini** a reconnu que l'organothérapie appendiculaire exerce une remarquable action excito-motrice quasi-spécifique sur les mouvements péristaltiques du gros intestin. — M. **A. Gautier** : Sur le rôle du fluor chez les animaux (voir p. 125). — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** décrivent une deuxième méthode d'extraction du principe actif du lobe postérieur hypophysaire, basée sur sa solubilité assez grande dans l'alcool méthylique et son insolubilité dans l'éther qui sert à le précipiter de sa solution alcoolique. — MM. **H. Bith** et **Bournigault** décrivent une méthode de dosage des acides aminés dans l'urine et le sérum sanguin après précipitation des sels ammoniacaux à l'état de phosphates ammoniaco-magnésiens. — MM. **G. Froin** et **Pernet**, poursuivant leurs recherches sur l'hémoglobinurie paroxystique, montrent que les hémolysines sont les corps qui utilisent NaCl pour adhérer à l'antitoxine. Lorsque, déjà sensibles au froid à l'état physiologique, elles le deviennent d'une façon exagérée et pathologique, NaCl les abandonne. Dès lors, la toxine est libérée de son attache antitoxique, et elle peut adhérer à l'hématie pour créer l'hématolyse. — M. **H. Iscovesco** étudie les propriétés physiologiques d'un lipoïde H Bd extrait du foie. Il excite le cœur, très légèrement le foie, mais il n'a pas d'action sur le poumon ni sur la croissance. — MM. **E. Bardier** et **D. Clermont** ont observé que, pour des transfusions de 4 à 5 minutes, réalisées sur des chiens de 18 à 20 kilogs, la valeur du débit du sang transfusé est de 180 grammes environ par minute. Elle

s'élève à 250 grammes par minute pour des animaux de plus gros poids. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** montrent que les lésions pratiquées dans la région interpédonculaire ou au voisinage de l'hypophyse entraînent une perturbation importante dans l'élimination de l'eau et aussi dans son absorption. — M. **E. Regnard** a trouvé, dans la paroi intestinale du *Glossosiphonia complanata*, en face d'une Grégarine qui s'y fixe, la *Metamera Schubergi*, un gros noyau qu'il nomme *myxocaryon* et qui provient de la fusion de plusieurs noyaux du syncytium. — M. **Et. May** distingue deux types principaux de fragilité globulaire : celui où il n'y a dans le sang qu'un petit nombre d'hématies fragiles (anémies primitives ou secondaires), et celui qui présente une fragilité globulaire totale (anémie pernicieuse). — M. **V. Henri** critique la formule du temps de latence des sensations de M. Piéron ; elle contient un terme qui est une somme de plusieurs facteurs qui ont une importance plus ou moins grande suivant les sensations considérées : cela rend difficile la comparaison des différentes sensations entre elles.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 Janvier 1914.

M. **P. Mauriac** et Mlle **M. Strymbau** ont constaté que l'hypercholestérinémie est la règle du commencement à la fin de la grossesse ; elle passe par un maximum au cours du deuxième mois, un minimum à la fin du quatrième mois et un maximum moins accusé au septième mois.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 27 Novembre 1913.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. H. Jeans** : *L'instabilité gravitationnelle et l'hypothèse nébulaire.* Les travaux de Maclaurin, Jacobi, Poincaré et Darwin sur les fluides en rotation s'appliquent seulement au cas abstrait où la masse est considérée comme parfaitement incompressible et homogène. Pour appliquer ces travaux aux problèmes astronomiques, il est essentiel de savoir jusqu'à quel point les résultats restent valables pour des masses hétérogènes et compressibles. L'auteur arrive au résultat que l'œuvre de Poincaré et de Darwin est applicable aux corps de la Nature et non seulement aux abstractions mathématiques. — M. **T. H. Havelock** étudie, au point de vue théorique, la résistance des navires génératrice d'ondes associée avec certaines distributions de la pression superficielle. Il en déduit des conclusions sur la variation de résistance avec la vitesse et sur les vitesses auxquelles se produisent des effets typiques d'interférence. — M. **B. Hopkinson** expose une *méthode pour la mesure de la pression produite dans la détonation des explosifs forts ou par le choc des balles.* Une tige d'acier d'environ 1 pouce 1/2 de diamètre et 4 pieds de longueur est suspendue horizontalement à des ressorts qui lui permettent d'osciller dans un plan vertical comme un pendule balistique. A une extrémité, elle porte une pièce terminale de même diamètre, longue de quelques pouces. Cette pièce est retenue par attraction magnétique ; les surfaces de jonction sont soigneusement aplanies. Si une balle est tirée sur l'autre extrémité, une onde de pression parcourt la tige, dont la longueur représente la durée du choc à l'échelle de 1 pouce $= 5.10^{-6}$ seconde approximativement. L'onde passe par le joint sans changement et est réfléchie comme onde de tension par l'extrémité libre. Si la longueur de l'onde dépasse deux fois celle de la pièce terminale, la queue de l'onde de pression aura dépassé le point quand la tête de l'onde de tension l'atteindra, et la pièce se détachera en emportant tout le moment du choc, laissant la tige en repos. En expérimentant avec diverses longueurs de pièce terminale, on trouve celle qui est juste assez longue pour maintenir la tige au repos, et on en déduit la durée du choc. La pièce est ensuite fixée dans un pendule balistique et on en détermine le moment, qui, le temps étant connu, permet de calculer la pression moyenne. En mesurant par cette méthode les pressions produites par la détonation d'une once de coton-poudre sec, on a trouvé qu'à trois quarts de pouce de la surface du coton-poudre la pression s'est pratiquement évanouie en 1/50.000e de seconde, la pression moyenne pendant cette période étant de 25 tonnes par pouce carré et la pression maximum de l'ordre de 45 tonnes par pouce carré.

2° Sciences physiques. — M. **R. A. Houston** : *Représentation mathématique d'une pulsation lumineuse.* L'auteur attire l'attention sur une nouvelle série d'expressions représentant la forme initiale et la dispersion d'une pulsation lumineuse. Elles lui ont été suggérées par un des mémoires hydrodynamiques de Lord Kelvin et dérivent de sa solution « plan instantané-source » de la conduction de la chaleur. Pour $t = 0$, elles donnent des maxima symétriques définis descendant jusqu'à l'origine ou à une petite distance, et pour de plus grandes valeurs de t elles donnent des groupes d'ondes bien définis, dans lesquels la longueur d'onde décroît du front à l'arrière du groupe. La distribution d'énergie de l'un des groupes obéit à la loi de Wien pour la radiation du corps noir, et permet dans ce cas d'interpréter très simplement la hauteur de la pulsation initiale en fonction de la température. — MM. **B. A. Keen** et **A. W. Porter** : *La diffraction de la lumière par des particules comparables à la longueur d'onde.* Une suspension de soufre finement divisé, obtenue par précipitation d'une solution de thiosulfate de soude par addition d'acide, diffracte généralement un excès de lumière bleue, de sorte qu'une source de lumière blanche, vue à travers elle, paraît bleue. L'un des auteurs a montré que, si l'on fait croître les particules, l'image rouge change graduellement de coloration, passant par l'indigo bleu, puis par le vert, pour revenir au blanc. La mesure de la lumière directement transmise, au moyen d'un spectrophotomètre d'Höfner, montre que, pour chaque couleur particulière, la lumière transmise diminue jusqu'à un certain point pour croître ensuite ; le temps après lequel l'intensité minimum est atteinte est à peu près proportionnel à la longueur d'onde. La dimension des particules pour laquelle a lieu le minimum est de 4 à 6 fois la longueur d'onde, c'est-à-dire beaucoup plus grande que celle étudiée par Lord Rayleigh ; il y a là un nouveau champ d'étude pour les mathématiciens. — M. **W. H. Bragg** : *Influence des constituants du cristal sur la forme du spectre dans le spectromètre à rayons X.* L'énergie du pinceau de rayons X qui tombe sur le cristal du spectromètre à rayons X est en partie dépensée à l'intérieur du cristal par absorption, qui implique la production de rayons cathodiques et de rayons X caractéristiques, et en partie dispersée, avec production de rayons réfléchis quand les circonstances sont favorables. Là où il y a beaucoup d'absorption, il y a peu de réflexion. Les meilleurs réflecteurs seront donc les cristaux, dont les coefficients d'absorption sont faibles en comparaison de leur pouvoir de dispersion, lequel est proportionnel au poids atomique. Pour cette raison, le diamant seul est un très bon réflecteur. — M. **W. L. Bragg** : *L'analyse des cristaux par le spectromètre à rayons X.* Par une comparaison quantitative des intensités des ordres successifs de réflexion par diverses faces cristallines, l'auteur montre que le spectromètre à rayons X peut donner une analyse très complète de la structure cristalline. Ainsi, dans le cas de la pyrite de fer, il est possible de trouver les positions relatives des réseaux interpénétrants sur lesquels les atomes de Fe et de S sont placés, à 2 % près de la distance entre les points voisins du même réseau. L'auteur a étudié ainsi les sulfures isomorphes et les membres du groupe de la calcite. L'étude de ces derniers l'amène à conclure

que le pouvoir de diffraction d'un atome est proportionnel à son poids atomique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Novembre 1913.

MM. **R.-H. Pickard** et **J. Kenyon** ont préparé une série d'éthers homologues d'acides aliphatiques normaux, qu'ils ont examinés au polarimètre. Plusieurs présentent de la dispersion anomale à des températures supérieures à 150° ou en solution dans la pyridine, le benzène ou CS^2. Les mêmes auteurs ont construit un diagramme caractéristique pour coordonner les résultats de toutes les déterminations de pouvoirs rotatoires pour différentes longueurs d'ondes, températures et solutions, faites sur un grand nombre de composés. — MM. **H.-B. Baker** et **L.-H. Parker** ont constaté que l'eau distillée dans des appareils de cuivre ou de platine, et surchauffée avant de se condenser, possède une action plus lente sur l'amalgame de sodium que l'eau distillée ordinaire. Cet effet doit être attribué à la présence, en quantités variables suivant le mode de distillation, d'une impureté qui ne peut être autre que H^2O^2. Cette hypothèse est confirmée par le fait que la conservation en présence d'Al ou l'exposition au bromure de radium augmentent l'activité de l'eau sur l'amalgame de sodium; on sait que, dans ces deux cas, il se forme H^2O^2. — MM. **G.-F. Morrell** et **P. Burgen** ont constaté que la polymérisation de la cyanamide, à l'état solide ou en solution, est très lente; des quantités égales sont transformées dans des intervalles égaux, excepté aux grandes dilutions. Les acides et les bases, comme catalyseurs, provoquent une accélération extrêmement marquée de cette réaction; la constante de vitesse est alors intermédiaire entre celle d'une réaction mono et d'une réaction bi-moléculaire. — MM. **F. Tutin** et **W.-J.-S. Naunton**, en oxydant par le permanganate l'oléanol $C^{31}H^{50}O^3$, retiré des feuilles d'olivier, ont obtenu l'oléanone, $C^{29}H^{44}O^2(OH)^2$, qui, traitée par l'acide acétique dilué, se transforme en une substance $C^{30}H^{76}O^7(OH)^2$. L'oléanone, oxydée par l'acide chromique, fournit un corps $C^{29}H^{44}O^3.OH$, F. 275°, qui se convertit par chauffage avec KOH alcoolique en un isomère F. 315°. — MM. **F. Francis** et **G.-F. Willson** ont observé que le dibromure de phorone se laisse facilement transformer par l'acide sulfurique en 4-bromo-2 : 2 : 3 : 3-tétraméthylbicyclo (0 : 1 : 2) pentane-1-ol-5-one cristallisée. — M. **W.-H. Perkins** a cherché à vérifier si le fer est légèrement poreux. Après un lavage prolongé, il ne retient pas plus de 0,0000001 gr. d'AzH^3 par centimètre carré. — M. **S.-H. Higgins** a étudié l'action de diverses substances sur le pouvoir de blanchiment des solutions d'hypochlorites, et il en conclut que ce pouvoir est dû uniquement à l'acide hypochloreux libre présent en solution. — M. **W.-R.-G. Atkins** montre que de faibles traces de cuivre, de permanganate et de bichromate de potassium, d'acide nitrique, etc., peuvent être décelées par leur pouvoir d'empêcher l'essai de l'oxydase sur la résine de gaïac. — M. **J.-E. Purvis** a déterminé le spectre d'absorption de divers dérivés de la pyridine, de la pipérazine et de la pipéridine en solution et à l'état de vapeur. — MM. **F.-D. Chattaway** et **A.-B. Constable** décrivent une bonne méthode de préparation de la *p*-iodoaniline, dont ils ont obtenu un certain nombre de dérivés. — MM. **E.-M. Harper** et **A.-K. Macbeth** ont étudié les couleurs produites par addition du tétranitrométhane à diverses substances. Avec les sulfures, il se développe une coloration jaune, et, après quelques jours, la solution présente une bande d'absorption caractéristique dans la région λ 2800-2900. Les composés contenant une double liaison éthylénique donnent une bande analogue. — M. **D. Segaller** a déterminé l'activité relative d'un certain nombre de composés iodés organiques avec le phénate de soude en solution alcoolique. Elle est à peu près indépendante de la température. — M. **H.-R. Le Sueur** a résolu l'acide α-anilinostéarique en ses constituants actifs par cristallisation de son sel de *l*-menthylamine. L'acide *d*-α-anilinostéarique fond à 129° 130°; $[\alpha]_D = +34°,7$ en solution pyridique à 19°. — MM. **J.-C. Irvine** et **Al. Hynd** ont transformé la *d*-glucosamine en *d*-mannose par l'intermédiaire du chlorhydrate de méthylglucosamine, puis du chlorhydrate de benzylidènemethylglucosamine, qui, traité avec précaution en solution alcaline par le nitrite de sodium, se transforme en monobenzylidène-mannose, F. 144°-145°, que HCl hydrolyse facidement en *d*-mannose. — M. **W. Hulme** estime que le mécanisme de la dénitrification comprend deux parties : 1° une réduction bactérienne qui fournit CO^2 et H ; 2° une réduction enzymatique, qui donne naissance au nitrite, et dans quelques cas à un dégagement d'Az. — MM. **H.-M. Dawson** et **F. Powis** ont étudié l'activité catalytique des acides d'après la vitesse avec laquelle l'acétone passe de la forme cétonique à la forme énolique en leur présence. Les résultats montrent que l'activité catalytique ne dépend pas seulement de la concentration en ions H, mais aussi de la partie non ionisée de l'acide. — M. **W.-H. Mills** et Mlle **A.-M. Bain** ont obtenu la forme active de la phénylhydrazone de l'acide cyclohexanone 4-carboxylique par cristallisation de son sel de quinine; la semicarbazone fournit aussi une forme active dextrogyre. Les sels actifs de ces deux composés présentent de l'autoracémisation quand on les conserve. L'asymétrie moléculaire de ces corps est probablement du type centro-asymétrique; les trois valences des atomes d'Az doublement liés ne sont pas dans un même plan, mais dirigées suivant les arêtes d'un trièdre.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 30 Octobre 1913.

M. **R. S. Morrell** a séparé de l'huile de lin un mélange d'acides gras saturés, d'où il a pu isoler : 51,5 °/₀ d'acide stéarique à l'état pur; 40,7 °/₀ d'un eutectique qui contient 12,7 °/₀ d'acide stéarique et 20 °/₀ d'acide palmitique, plus 8 °/₀ d'un résidu qui n'a pu être encore déterminé. L'huile de lin ne paraît pas contenir d'acide daturique, myristique ou arachidique. — M. **J. H. Stansbie** a étudié la réaction de l'acide nitrique sur divers métaux : Cu, Ag, Bi et les alliages Cu-Zn, au repos et en agitant vivement le tube à réaction. L'attaque est beaucoup plus forte au repos; l'auteur estime que c'est l'accumulation de nitrite au voisinage du métal en dissolution qui accélère la réaction.

Séance du 11 Décembre 1913.

M. **F. R. O'Shaughnessy** expose le procédé de traitement des boues d'eaux d'égout actuellement employé à Birmingham. Les boues, séparées des eaux d'égouts par sédimentation, sont transférées dans de grands bassins, où elles sont inoculées avec des bactéries qui produisent très rapidement la destruction de la matière organique. Elles sont ensuite séchées à l'air, puis sont évacuées. — M. **A. W. Kapp** a étudié l'huile de gru-gru de la Trinité, retirée des fruits de l'*Acrocomia sclerocarpa*. Elle est analogue à l'huile de coco ou de palme, et se compose principalement de laurine et de myristine.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 25 Novembre 1913.

M. **P. Ch. Chattopadhyay** présente une nouvelle forme d'appareil d'extraction et de condenseur à reflux. — M. **Th. Gray** décrit un appareil automatique pour la prise d'échantillons de gaz.

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Novembre 1913.

M. R. G. **Grimwood** critique le procédé du Comité international pour l'analyse de la glycérine brute et indique quelques perfectionnements qui réduisent la durée de l'analyse, ainsi qu'un four ayant une température uniforme sur toute la surface d'évaporation. — M. W.-A. **Caspari** montre que le caoutchouc brut peut être séparé par l'éther de pétrole en deux constituants principaux : le caoutchouc soluble, colloïde élastique de faible résistance mécanique, et le caoutchouc insoluble, ou pecteux, colloïde élastique de grande résistance mécanique. Or, il est intéressant de constater que le caoutchouc de Para fin ne contient jamais moins de 35 °/₀ du second constituant (et quelquefois jusqu'à 80 °/₀), tandis que le caoutchouc de plantation n'en contient que 11 à 25 °/₀.

Séance du 1er Décembre 1913.

MM. E. J. **Russell** et W. **Buddin** étudient l'action des antiseptiques sur les cultures dans le sol. Des recherches récentes ont montré qu'il existe dans les sols deux sortes d'organismes : des bactéries productrices d'ammoniaque favorables au développement des plantes, et des protozoaires, défavorables au développement des bactéries. L'action des antiseptiques, qui détruisent les seconds, favorise l'activité bactérienne et augmente le rendement des cultures. Les auteurs ont reconnu que tous les antiseptiques peuvent donner ce résultat, mais qu'il y a de grandes différences dans leur action. Les deux meilleurs sont le formaldéhyde et la pyridine, puis viennent le crésol, le phénol, CaS, CS^2, le toluène, le benzène et le pétrole, enfin les homologues supérieurs du benzène. Toutefois, rien n'est supérieur à l'action de la vapeur d'eau sur les sols. Les antiseptiques peuvent dès maintenant être employés dans la pratique horticole, spécialement dans la culture en serres, et dans quelques cas de la pratique agricole.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 7 Novembre 1913.

M. J. **Hübner** présente quelques remarques sur l'histoire de la teinture jusqu'à la fin du XVIIe siècle.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 21 Novembre 1913.

M. O. W. **Palmenberg** montre qu'il n'existe aucune relation entre les pourcentages des divers constituants des cendres de houille et leur température de fusion. L'analyse chimique n'a donc pas de valeur pour déterminer les qualités de « clinker » d'une houille.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 21 Mars 1913.

M. S. A. **Tucker** donne quelques détails sur la fixation de l'azote par le procédé Serpek au moyen de l'azoture d'aluminium.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 29 Octobre 1913.

M. S. R. **Trotman** attribue la décoloration de certains cuirs à l'emploi d'un sumac particulier, d'où il a isolé un bacille reproduisant cette décoloration sur du cuir sain. Cet organisme, cultivé sur peptone en présence d'acide tannique, le réduit en produisant une coloration brun sombre.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Novembre 1913.

M. F. **Ehrenhaft** : *La démonstration de l'existence de quantités d'électricité inférieures à la charge du quantum élémentaire (électron).* Les résultats d'expériences faites d'après des méthodes mutuellement indépendantes mettraient en évidence, avec la même certitude que les assises mêmes de la théorie moléculaire de la matière, l'existence, dans la nature, de charges électriques — positives et négatives — considérablement inférieures à celle dite de l'électron (charge de l'ion d'hydrogène monovalent). Ce qui est surtout frappant, c'est la présence si fréquente de trois quarts, de la moitié et du quart de la valeur électronique. Le quart correspondrait peut-être à un sous-électron. — M. H. **Zahn** : *Sur l'énergie émise par un atome en lignes spectrales.* L'énergie rayonnée chaque seconde par un atome serait très considérable. En l'exprimant par des *quanta* d'énergie équivalant, pour $\lambda = 589,3\,\mu\mu$, à $3,3.\,10^{-12}$ erg, on peut dire que chaque atome émet environ 2.000 *quanta* par seconde. — M. M. **Wolfke** : *Au sujet de la théorie des quanta.* II. Dans un premier Mémoire, l'auteur avait fait voir que l'hypothèse des atomes lumineux permet de déduire, d'une façon conséquente, le *quantum* d'énergie $\varepsilon = \alpha\nu$ et la loi de répartition de Planck. Dans la présente note, il étudie plus en détail la pression de radiation, la loi de répartition et plusieurs autres facteurs. — M. I. **Traube** : *Sur l'état critique et la théorie de continuité.* Un des élèves de l'auteur, M. P. Hein, a refait les expériences de Teichner et celles de Kamerlingh Onnes. Ses résultats, discutés en détail, font voir que, malgré les imperfections des expériences antérieures, il faut admettre que seule la théorie des deux phases est capable d'expliquer l'abondance des observations individuelles, à proximité de l'état critique. — M. F. **Kiebitz** : *Une nouvelle méthode de mesure des degrés d'accouplage et des facteurs d'induction.* L'auteur indique une nouvelle méthode pour faire ces déterminations, méthode basée sur la mesure de la réduction que subit la période d'un circuit oscillatoire, au moment où le condensateur du circuit accouplé est mis en court-circuit. — M. A. **Reis** : *Contribution à la spectroscopie des flammes.* Lors d'une étude des phénomènes se produisant dans les flammes, l'auteur a fait des observations spectroscopiques dont il rend un compte préliminaire dans le présent mémoire. Ces phénomènes sont basés sur l'emploi de flammes « mélangées » et « scindées ». M. Reiss appelle « mélangées » les flammes où le combustible et l'air (ou l'oxygène, etc.) sont fournis au brûleur à l'état de mélange parfait, et où la zone de combustion, extrêmement étroite, forme, par conséquent, une zone explosive stationnaire (cône intérieur). La « scission » d'une flamme mélangée consiste à la séparer de l'air extérieur, de façon à rendre les gaz de la flamme accessibles à l'observation, par refroidissement et sans mélange d'air. L'observation spectroscopique de ces flammes donne surtout de précieuses données relatives à l'attribution des spectres aux différents éléments chimiques. La composition du gaz « intermédiaire » (mélange gazeux résultant de la combustion) y est sensiblement constante dans l'espace tout entier rempli par la flamme et, dans tous les cas, parfaitement accessible à l'expérience. D'autre part, l'auteur observe que le gaz intermédiaire — à l'inverse de la plupart des gaz lumineux — présente, le plus souvent, une symbasie bien marquée entre l'intensité d'un spectre et la concentration d'un élément donné. Etant donnée la sensibilité supérieure de l'analyse spectroscopique en comparaison de l'analyse chimique, on a souvent énoncé l'opinion que l'attribution des spectres par argumentation chimique serait dénuée de tout fondement sûr. Or, les observations relatives au gaz intermédiaire des flammes scindées font voir la possi-

bilité d'attribuer avec la même sécurité les spectres à des combinaisons atomiques données qu'à des éléments. Ces expériences mettent ainsi en évidence que le spectre de Swan appartient à la vapeur de carbone et, d'autre part, que l'émission visible des flammes d'ammoniaque doit être assignée à l'azote lié à l'hydrogène, tandis que les bandes ultraviolettes de ces mêmes flammes sont émises par l'azote élémentaire ou par l'azote lié à l'oxygène. Les expériences relatives à la production de spectres de bandes dans le gaz intermédiaire des flammes scindées donnent enfin lieu à des observations de rapports d'intensités dans ces spectres, observations qui facilitent l'analyse systématique de certains spectres mixtes. — MM. **S. Valentiner** et **O. Zimmer** : *Sur les indices de réfraction des mélanges gazeux.* Les indices de réfraction des mélanges gazeux jouent un rôle important dans certains appareils de construction récente pour l'analyse des gaz et dans toutes les recherches où cette analyse est basée sur la détermination des indices. Aussi les expériences résumées dans ce travail méritent-elles un intérêt considérable. Les auteurs se servent d'un interféromètre de laboratoire mis à leur disposition par la maison Carl Zeiss. Cet instrument ressemble à celui indiqué par Lord Rayleigh et dont ce savant s'est, entre autres, servi pour déterminer les indices de réfraction des gaz nobles. L'indice de réfraction des mélanges acide carbonique-hydrogène, déterminé par les auteurs, est légèrement inférieur à celui calculé par la règle des mélanges. D'autre part, les indices de réfraction des mélanges hélium-néon-hydrogène ne présentent pas d'écart sensible avec la règle des mélanges. Ceci conduit à penser que l'hélium et l'hydrogène ne présenteraient aussi rien d'anormal, étant donnée l'extraordinaire ressemblance entre les propriétés physiques et chimiques de l'hélium et celles du néon. Aussi faudrait-il ramener à une erreur d'expérience le résultat de MM. Ramsay et Travers, d'après lequel une différence de 3 °/₀ existerait entre les indices de réfraction observés et calculés d'un mélange à 50 °/₀ d'hélium et d'hydrogène. — M. **L. Zehnder** : *Sur le rayonnement des gaz.* L'auteur incline à croire que les électrons (et les atomes d'éther qui, suivant lui, les composeraient), loin de tourner autour de l'atome, comme les planètes tournent autour du Soleil, sont liés à l'atome par des forces élastiques, garantissant les durées de vibration constantes des différents rayons émis par les atomes, dans des conditions très variables. Il fait voir que les vibrations *élastiques* des atomes des substances pondérables peuvent seules expliquer les ondes lumineuses observées, étant donné qu'un mouvement vibratoire *électrique*, dans ces atomes, en raison de sa vitesse de propagation plus grande, ferait supposer des fréquences encore environ un million de fois plus élevées. D'autre part, les impulsions suffisamment subites, telles qu'elles se produisent, par exemple, dans le cas des rayons cathodiques se mouvant presque à la vitesse de la lumière, conduiraient aux fréquences presque un million de fois plus grandes, attribuées par plusieurs auteurs aux ondes des rayons X, surtout en vue d'expliquer les phénomènes de diffraction observés par M. Laue. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Décembre 1913.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Kowalewski** : Groupes de transformation projectifs qui ne laissent pas le plan invariant et renferment deux groupes normaux binaires. — M. **E. Kruppa** : Détermination d'un objet d'après deux perspectives avec orientation interne.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **R. Thaller** communique des observations de l'électricité atmosphérique faites à Gmunden dans l'été 1912 et à Grünau (Haute-Autriche) dans l'été 1913. La marche diurne de la dispersion présente à Gmunden un maximum à neuf heures du matin, un minimum après le coucher du Soleil et une dépression secondaire vers onze heures du matin. A Grünau, on observe une marche analogue, mais sans dépression secondaire. — M. **E. Schrodinger** a déterminé la teneur de l'atmosphère en Ra A à Seeham en 1913. Le courant de saturation que le Ra A de l'atmosphère peut entretenir par son rayonnement α possède la valeur moyenne faible de $2{,}68.10^{-11}$ unité é. s. par centimètre cube. Il possède une période de vingt-quatre heures de grande amplitude : maximum, $4{,}20.10^{-11}$; minimum, $1{,}14.10^{-11}$. — M. **F. Ehrenhaft** apporte de nouvelles preuves qui viennent à l'appui du résultat énoncé par lui antérieurement, à savoir l'existence de quantités d'électricité dans les gaz qui sont notablement inférieures à la charge de l'électron. Il est ainsi conduit à l'hypothèse de l'existence de sous-électrons. — MM. **E. Rutherford** et **H. Robinson** ont déterminé le rapport e/m de la particule α émise par le radium A ou C; il est identique et égal à 4.820 unités électrochimiques. La vitesse de la particule α du radium C est de $1{,}922.10^9$ centimètre/seconde, valeur de 7 °/₀ plus faible que celle précédemment admise. La production de chaleur provenant de l'énergie cinétique de la particule α du radium est de 7 °/₀ plus faible que la valeur trouvée expérimentalement; il en résulte qu'une petite partie du dégagement de chaleur du radium est due à d'autres causes que l'énergie des particules α qu'il émet. — M. **S. Meyer** donne les caractéristiques des sept étalons secondaires de radium, qui ont été préparés pour la France, l'Allemagne, l'Angleterre, les Etats-Unis, la Suède, le Japon et le Portugal, d'après des mesures faites à Vienne et à Paris comparativement avec l'étalon international. — M. **H. Mayer** croit qu'il n'est pas possible de tirer des conclusions sur la constitution de la molécule de carbone des résultats de l'oxydation du graphite ou du carbone amorphe, les quantités d'acide mellitique produit étant très variables. — M. **H. Mayer** et **K. Steiner** indiquent un bon procédé de préparation de l'acide mellitique. Les imides des acides mellitique et pyromellitique et leurs dérivés Az-méthylés peuvent être obtenus sous deux formes : une blanche, symétrique, et une jaune, non symétrique. — M. **A. Eckert** décrit un procédé de préparation de l'aldéhyde β-anthraquinonique et de l'acide anthraquinone-cinnamique qui en dérive. — MM. **H. Mayer** et **K. Steiner** montrent que, pour les dérivés Az-méthylés des amides d'acides, la détermination du méthyle à l'Az par la méthode de Herzig et Meyer est rendue difficile par le fait que la méthylamine formée par saponification distille sans décomposition avec les vapeurs d'HI.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **E. Heinricher** signale quelques phénomènes de corrélation entre la croissance du gui et les arbres sur lesquels il pousse. Il a observé d'autre part que le gui, qui semble insensible à l'excitation de la pesanteur, présente cependant toujours sur les jeunes pousses une période de sensibilité et de réaction géotropique. La réaction est ensuite effacée par des mouvements de mutation, qui égalisent les courbures qui se sont produites. — M. **L. Richtera** a étudié, par la méthode d'Exner, les modifications des courbes de sensation fondamentale avec l'intensité pour le cas d'un œil trichromatique normal. Les déplacements du point d'intersection de ces courbes ne se montrent que pour des intensités relativement faibles; quand la luminosité diminue, le point jaune est déplacé vers le violet, le vert et le bleu vers le rouge.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Novembre 1913.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **H. A. Lorentz** et **H. Kamerling Onnes** présentent un travail de M. **P. Ehrenfest** : *Un théorème mécanique de Boltzmann et ses rap-*

ports avec la théorie des quanta. Lorsqu'on comprime adiabatiquement, d'une façon réversible, un rayonnement noir ou non noir par compression d'une enceinte complètement réfléchissante, le nombre de vibrations ν_p et l'énergie E_p de chaque mode de vibration principal de la cavité augmente de telle façon que

$$z\left(\frac{E_p}{\nu_p}\right) \quad (p = 1, 2, \ldots)$$

Cette relation sert de base à l'hypothèse des degrés d'énergie de Planck.

$$\frac{E}{\nu} = p.h \quad (p = 1, 2, \ldots)$$

Dans ces derniers temps, cette hypothèse de Planck a été étendue de son domaine primitif (capacité d'énergie de systèmes à vibrations sinusoïdales) à un domaine de plus en plus étendu. Or, deux questions se posent : 1° dans cette extension, subsiste-t-il une relation analogue à la première; 2° dans l'affirmative, comment peut-elle s'appliquer d'une façon heuristique quand on étend l'hypothèse de Planck à des systèmes à vibrations non sinusoïdales? L'auteur répond affirmativement à la première question et fait remarquer qu'une extension surprenante du premier théorème se déduit immédiatement d'un théorème mécanique de Boltzmann et Clausius. A la seconde question, l'auteur ne peut répondre provisoirement qu'en donnant un exemple. — MM. W. H. Julius et Ernst Cohen présentent un travail de M. **W. J. H. Moll** : *Une pile thermo-électrique rapide.* La principale propriété d'une pile thermo-électrique est sa sensibilité; mais la rapidité des indications est un facteur également important, et généralement une pile thermo-électrique est un instrument assez paresseux; d'ailleurs, en augmentant la rapidité de ses indications, on diminue sa sensibilité. L'auteur décrit maintenant une pile thermo-électrique, basée sur un autre principe que les piles ordinaires, et qui a l'avantage d'unir une grande rapidité à une grande sensibilité. Ces piles sont mises en vente par la firme Kipp et Zonen, à Delft. — MM. **Ernst Cohen** et **W. D. Helderman** : *L'allotrope du zinc.* Déjà en 1890, Le Chatelier a prouvé que le zinc présente vers 350° un point de transformation, que d'autres auteurs ont retrouvé depuis. On a également observé que le zinc brusquement refroidi a d'autres propriétés qu'après un refroidissement lent. Les auteurs supposaient donc que le zinc vulgaire doit être un mélange métastable de deux ou plusieurs modifications. Leurs recherches, analogues à celles sur le cadmium, ont confirmé cette prévision. — MM. J. D. van der Waals et A. F. Holleman présentent un travail de MM. **A. Smits** et **C. A. Lobry de Bruin** : *L'existence d'un point critique supérieur dans la coexistence de deux cristaux mixtes.* Il résulte d'expériences d'Ostwald et de Kurnakow et Zemczuznyi que KCl et NaCl forment probablement deux phases solides coexistantes, dont les compositions vont en se rapprochant à mesure que la température s'élève, pour devenir identiques vers 407°; cette température serait donc un point critique de miscibilité supérieur. La possibilité d'une combinaison n'est toutefois pas exclue. Pour trancher la question, les auteurs ont étudié à 25° le système ternaire H_2O-NaCl-KCl; leurs recherches leur ont permis de conclure à l'existence d'un point critique. Ces recherches ont prouvé pour la première fois l'existence, pour des phases solides, de courbes ζ analogues à celles exprimant la continuité entre phases liquides, en passant par des équilibres instables. — M. **F. A. H. Schreinemakers** : *Equilibres dans les systèmes ternaires.* X. L'auteur examine maintenant les diagrammes dans le cas où la température et la pression restent toutes deux constantes. — MM. F. A. H. Schreinemakers et A. P. N. Franchimont présentent un travail de M. **J. C. Thonus** : *Sur des combinaisons de l'aniline avec l'acide chlorhydrique.* Résultats et recherches sur le système ternaire eau-aniline-acide chlorhydrique. L'auteur a rencontré dans ces recherches divers composés additionnels. — MM. F. A. H. Schreinemakers et A. P. N. Franchimont présentent encore un travail de M. **D. F. du Toit** : *Sur des combinaisons de l'urée avec des acides.* Les traités de Chimie organique citent comme faits bien connus : 1° qu'une molécule d'urée s'ajoute à une molécule d'un acide monobasique; 2° que l'urée se distingue aisément par la faible solubilité du nitrate ou de l'oxalate dans la solution des acides correspondants. Il était intéressant d'examiner comment l'urée se comporterait vis-à-vis d'autres acides. A cet effet, l'auteur a déterminé quelques isothermes dans les systèmes ternaires correspondants et a établi par la méthode des restes les compositions des phases solides.

2° Sciences naturelles. — M. **J. Boeke** : *Sur le raccordement de nerfs sensoriels et moteurs.* II. Dans la première partie de ses recherches sur ce sujet (voir la séance de Février 1913), l'auteur avait coupé chez des hérissons adultes les deux nerfs de la langue d'un côté du cou et avait alors rattaché l'extrémité centrale du nerf hypoglosse. Il a maintenant raccordé l'extrémité centrale du nerf lingual à la partie périphérique du nerf hypoglosse. Le résultat était identiquement le même que celui des premières expériences : des fibres sensorielles peuvent se fusionner avec des fibres motrices, et inversement, et dans la régénération du nerf, les organes terminaux formés par les filaments nerveux qui se développent sont déterminés jusqu'à un certain point par le milieu dans lequel ces filaments se développent. — MM. H. Zwaardemaker et J. K. A. Wertheim Salomonson présentent un travail de M. **J. W. Langelaan** : *Recherches sur le muscle atonique.* II. Ces nouvelles recherches avaient pour but d'examiner l'influence de la température sur la longueur du muscle atonique. Elles furent faites de nouveau sur le gastrocnémien de la grenouille. L'élévation de température produit un raccourcissement du muscle atonique; celui-ci présente d'ailleurs de l'hystérésis. — M. **H. J. Hamburger** : *Sur l'influence d'une injection hypodermique de térébenthine sur le chimiotaxisme en des endroits éloignés* (d'après des expériences de M. J. Buitenhuis). L'auteur avait déjà attiré l'attention sur l'influence favorable de faibles quantités de térébenthine sur la vitesse de la phagocytose, résultat qui est d'accord avec l'expérience clinique : l'emploi d'injections de térébenthine dans des maladies infectieuses. Il se demande si cette action favorable des injections ne pourrait pas s'expliquer ainsi : la substance pénètre dans la circulation en solution diluée et accélère la phagocytose dans les foyers d'infection. Il semblait possible d'examiner cette question par des expériences chimiotactiques. Ces expériences ont réellement montré l'influence favorable des injections hypodermiques de térébenthine sur le chimiotaxisme. — MM. H. Zwaardemaker et Max Weber présentent un travail de M. **Eugène Dubois** : *La relation entre la masse encéphalique et la grandeur du corps chez les animaux vertébrés.* On sait que les animaux de petite taille ont relativement une plus grande masse encéphalique que ceux de grande taille; cette masse n'est donc pas proportionnelle à celle du corps. L'auteur a supposé que la masse encéphalique (e) doit être proportionnelle à une certaine puissance r de la masse somatique (s), c'est-à-dire que l'on aurait $e = ks^r$, k étant un coefficient constant. L'auteur a trouvé en 1897 qu'effectivement cette relation se vérifie assez bien chez les mammifères, et qu'il faut attribuer à l'exposant r la valeur 0,56 environ. Cette même puissance a été retrouvée depuis par d'autres auteurs chez les oiseaux; il était donc intéressant d'examiner à ce point de vue les classes inférieures des Vertébrés. Or, les Reptiles ont également donné $r = 0{,}54$ et les Poissons 0,56. On peut donc bien conclure de là à l'existence d'une loi générale pour tous les Vertébrés : Chez les Vertébrés semblables, les poids encéphaliques sont entre eux comme les puissances 5/9 des poids corporels. Si on examine l'influence de la dimension dans une même espèce (homme, chien, etc.), on

trouve un exposant différent, 0,22. Mais, si on compare des genres inégalement grands d'une même espèce, on retrouve l'exposant 0,55, ce qui fait dire à l'auteur que des genres inégalement grands d'une même espèce sont entre eux comme deux espèces animales différentes semblablement organisées. L'auteur donne une interpretation de ces puissances étranges. J.-E. V.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances d'Octobre, Novembre et Décembre 1913.

1° Sciences mathématiques. — **M. A. Ricco** transmet une statistique des protubérances du Soleil dans les cycles dernièrement observés de son activité; dans une deuxième note, il s'occupe de la distribution des protubérances sur la surface du Soleil après trente-trois années d'observations. — **M. E. Millosevich** communique ses observations sur la comète Neujmin (1913 *c*) et en donne les éléments. — **M. E. Almansi** : Sur les actions qu'exercent entre eux des corps qui se déplacent ou se déforment au milieu d'une masse liquide. — **M. R. Marcolongo** : Sur quelques questions relatives aux transformations de Lorentz en Electrodynamique. — **M. A. Commessatti** étudie quelques inégalités qui existent entre les caractères d'une variété algébrique. — **M. U. Picone** : Sur le théorème d'existence dans un problème des valeurs au contour pour les équations du type parabolique. — **M. C. Rosati** : Sur les correspondances algébriques entre les points d'une courbe algébrique. — **Mlle M. Braggio** : Sur une méthode d'approximation des racines d'une équation algébrique. — **M. G. Vacca**: Sur quelques théorèmes de Géométrie plane, analogues à ceux de Max Dehn dans la Géométrie solide. — **M. L. Orlando** : Sur la permutabilité de deux signes de limite. — **M. E. S. Allen** : Sur les séries algébriques appartenant à une courbe algébrique. — **M. S. Catania** : Sur la conception de fonction monodrome et sur les conceptions qui en dérivent. — **M. U. Crudeli** expose quelques observations qui, simplement et rapidement, permettent de reconnaître la stabilité de mouvements stationnaires de première espèce. — **M. U. Cisotti** : Ecoulement d'un liquide à travers une ouverture étroite, percée dans le fond d'un récipient. — **M. R. Gateaux** : Sur la représentation des fonctionnelles continues. — **M. J. Pérès** : Sur les fonctions permutables algébriques. — **M. M. Vecchi** décrit un nouvel aspect que l'on peut donner au théorème de Goldbach. — **M. L. Allievi** poursuit son étude du coup de bélier. — **Mlle E. Sciolette** : Sur les conditions qui définissent, d'une façon axiomatique, l'intégrale. — **M. L. Amoroso** montre les intéressantes analogies qui existent entre les phénomènes statistico-économiques et les phénomènes mécaniques.

2° Sciences physiques. — **M. E. Bodareu** a exécuté les mesures de la constante diélectrique de l'azote à haute pression, jusqu'à 226 atmosphères environ. — **M. A. Occhialini** donne les résultats de ses mesures de la constante diélectrique de l'hydrogène soumis à de hautes pressions, jusqu'à 200 atmosphères. — **M. L. Tieri** décrit un téléphone qu'il a imaginé, fondé sur le phénomène de la magnétostriction. — **M. G. Gianfranceschi** a répété les expériences de Hagen avec la machine d'Atwood sur la chute des corps, mais en perfectionnant la manière d'observer; il décrit les résultats obtenus et leurs relations avec les théories et les formules connues. — **MM. G. Ciamician** et **P. Silber** transmettent les 26e et 27e notes sur l'action chimique de la lumière, où ils examinent le comportement de quelques cétones et cyclocétones à la lumière, en présence de l'oxygène; ils étudient le mécanisme de ces auto-oxydations. — **MM. F. Bottazzi** et **E. D'Agostino** poursuivent leurs recherches sur les propriétés chimiques et physico-chimiques du suc des muscles striés et lisses, et s'occupent des variations de volume dans quelques processus colloïdaux. — **M. B. L. Vanzetti**, poursuivant ses recherches sur la chaleur de formation des composés organiques d'addition, étudie le tartrate diméthylique et les camphres et camphoroximes. — **M. M. Amadori** : Solubilité à l'état solide, entre nitrates, sulfates et carbonates à haute température. — Dans une autre note, **M. Amadori** continue à s'occuper de la tendance que manifestent à se combiner entre eux les halogénures et autres sels du même métal, traitant en particulier des fluorures, chlorures et carbonates. — **MM. A. Mazzucchelli** et **U. Perret** ont examiné le spectre d'absorption de quelques sels d'uranium, sous forme uranylique et sous forme uraneuse. — **M. G. Scarpa** : Sels doubles entre halogénures et nitrate d'argent. — **M. F. Bovini** transmet les résultats de ses recherches sur la phototropie des hydrazones. — **MM. I. Bellucci** et **R. Corelli** : Composés du nickel monovalent. — **M. I. Bellucci** étudie la formation du fluoromanganite potassique. — **MM. I. Bellucci** et **L. Grassi** étudient le système anhydride sulfureux-camphre. — **MM. L. Mascarelli, G. Brusa** et **M. Negri** : Recherches sur les substances aromatiques qui renferment de l'iode plurivalent. — **MM. G. Scagliarini** et **G. B. Rossi** : Sur quelques palladonitrites bivalents fixés au moyen de bases organiques. **M. G. Cusmano** s'occupe de la structure de la dibromomenthone et d'une nouvelle synthèse du camphre de bucco. — **MM. R. Ciusa** et **A. Milani** : Sur la réduction des aldéhydes en α-glycols. — **M. C. Manuelli** poursuit son étude sur la *lapaconone*, substance extraite du bois tinctorial de lapacho. — **M. F. Olivari** décrit ses recherches sur les propriétés de l'iode comme solvant cryoscopique. — **MM. G. Plancher, C. Ravenna** et **T. Zambonini** : Sur les bases qui se forment par l'alkylation des pyrrols. — **MM. G. Plancher** et **T. Zambonini** : Action du chloroforme sur le tétraméthylpyrrol. — **M. U. Pratolongo** : La cyanamide comme solvant cryoscopique.

3° Sciences naturelles. — **M. F. Millosevich** donne une description détaillée d'un exemplaire de *chnozoisite*, variété d'épidote peu ferrifère, trouvée à Campo a Peri, dans l'île d'Elbe, variété qui paraît, pour la première fois, dans cette île. — **M. D. Lovisato** décrit un exemplaire de *montmorillonite*, semblable à celle de Montmorillon en France, que l'on a rencontré pour la première fois en Sardaigne. — **M. L. Cuccia** transmet le résultat de ses observations et de ses mesures exécutées sur un exemplaire d'hématite du Vésuve. — **M. C. Acqua** s'occupe de la dégénération nucléaire provoquée par l'uranium dans la cellule végétale, et il insiste sur l'opportunité d'étudier cette action de l'uranium sur la cellule animale; dans une autre note, M. Acqua décrit ses nouvelles recherches sur la diffusion et sur la localisation des ions dans les plantes, et s'occupe des effets produits par les solutions de cérium. — **M. L. Petri** : Sur la production expérimentale d'hyperplasies dans les plantes. — **M. L. Granata** décrit le cycle de développement de l'*Haplosporidium limnodili* n. sp. — **M. F. Plate** décrit ses recherches sur l'action des nitrates isolés sur la période germinative d'*Avena sativa*. — **M. A. Visentini** a fait des recherches morphologiques, culturales et biologiques sur la *Leishmania* de la leishmaniose du chien. — **M. S. Baglioni**, poursuivant ses recherches sur les effets de l'alimentation avec le maïs, s'occupe de l'utilisation des substances azotées par l'organisme animal; l'infériorité de la valeur alimentaire du maïs se trouve confirmée, en même temps que celle des seuls produits du froment, en comparaison avec l'alimentation mixte de viande et de pain. Dans une deuxième note, M. Baglioni s'occupe de la valeur nutritive de la zéine, glyadine et ovalbumine; ces expériences ont été exécutées sur les souris albinos.

Ernesto Mancini.

Le Gérant: A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 4 28 FÉVRIER 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Fernand Foureau. — L'explorateur Fernand Foureau, décédé à Paris le 17 janvier 1914, après une courte maladie, a accompli au Sahara, avec autant de courage que de persévérance, des voyages nombreux dont les résultats ont été considérables tant en ce qui concerne les intérêts français en Afrique qu'au point de vue de l'accroissement de nos connaissances scientifiques.

Né à Saint-Barbant (Haute-Vienne) le 17 octobre 1850, Foureau fit comme engagé volontaire en 1870 la campagne de l'armée du Nord et fut fait prisonnier de guerre après la bataille de Saint-Quentin.

Ce fut peu de temps après cette époque qu'il conçut ses premiers projets d'exploration du Sahara. Dans un premier voyage en 1876-1877, avec l'enseigne de vaisseau Louis Say, il poussa jusqu'à Ouargla; en 1878, il parcourut l'Extrême-Sud-Algérien du Maroc à la Tunisie.

Foureau, qui avait créé dans l'Oued Rirh, au sud de Biskra, une entreprise dont l'objet était de forer des puits artésiens pour permettre la culture du palmier, s'était de plus en plus convaincu de l'intérêt qu'il y aurait pour la France à assurer sa domination sur tout le Sahara. Malgré la survenance d'un désastre qui devait fatalement retarder la réalisation de ce plan, le massacre de la Mission Flatters en 1881, Fernand Foureau entreprit quelques reconnaissances vers le Sud. En 1883, il visita la région des « gassis », ou couloirs entre les dunes, entre Ouargla et In-Salah, et fit paraître un *Extrait du carnet de route* (1883, in-4°). Il parcourut une partie de l'Erg en 1886 : *Itinéraires au sud de Touggourt* (1886, in-4°, avec carte); puis publia une *Carte d'une partie du Sahara septentrional*, au 1/1.000.000 (1888), qui lui valut de la Société de Géographie le prix Erhard.

De janvier à mars 1890, Foureau, passant par le puits de Ghardaya, s'avança jusqu'au plateau du Tademayt. Il rapporta de ce voyage trente-cinq latitudes et longitudes, les altitudes de tout l'itinéraire et le tracé complet de sa route, qui comptait 2500 kilomètres, dont 1000 en dehors des frontières sud-algériennes. Il en a rendu compte dans son rapport : *Une mission au Tademayt en* 1890 (1890, in-8°), et dans une conférence faite devant la Société de Géographie (*Compte rendu des séances*, 1890, p. 383-390).

La Convention signée le 5 août 1890 par la France avec l'Angleterre pour fixer les zones respectives d'influence des deux puissances au Sahara ayant été le point de départ de nouvelles tentatives d'exploration vers le Sud, Foureau fut chargé, en 1892, d'une mission au cours de laquelle il passa par Touggourt, Temassinin, El-Biodh, Aïn-Teïba et dont il rapporta une carte à l'échelle de 1/400.000. De la fin de 1892 au début de 1893, il releva trois nouveaux tronçons de routes, dans la direction et près de Ghadames, et se mit en relation avec les chefs des Touareg Azdjer. Il publia, sur ces deux dernières missions : *Rapport sur mes deux missions sahariennes de* 1892 *et* 1893 (1893, gr. in-4°), et sur la seconde sa conférence faite à la Société de Géographie : *Une mission chez les Touareg* (1893, in-8°, extrait du *Bulletin*).

Dès la fin de 1893, Foureau se remit en route avec le projet de pénétrer chez les Touareg Azdjer, et d'essayer en traversant leur territoire d'arriver jusqu'à l'Aïr. Malgré l'autorisation obtenue des notables, des difficultés surgirent et la caravane dut rétrograder. Mais le voyage, de même que les précédents, n'avait pas été perdu pour la science; l'explorateur, dont le parcours avait été de 4600 kilomètres, avait fait le levé de son itinéraire à l'échelle de 1/100.000, appuyé sur cent trente-huit observations astronomiques. Les résultats du voyage sont exposés dans : *Ma mission de* 1893-1894 *chez les Touareg Azdjer* (Conférence à la Société de Géographie, 1894, in-8°); *Rapport sur ma mission au Sahara et chez les Touareg Azdjer. Octobre* 1893-*mars* 1894 (1894, gr. in-8°, avec 4 cartes).

Sans se décourager, Fernand Foureau repartit en octobre 1894, et alla prendre de nouveau contact avec les chefs des Azdjer; mais ceux-ci exigèrent le règlement préalable, par le Gouvernement algérien, de chameaux razziés sur eux par des nomades du sud algérien. L'exploration eut néanmoins comme résultats géographiques : un itinéraire de 2200 kilomètres,

dont la moitié par des routes nouvelles, et quatre-vingt-quatorze observations astronomiques.

Le paiement de l'indemnité réclamée étant effectué, Foureau, voulant profiter des bonnes dispositions des Azdjer, repartit en mars 1895 pour le Tassili, d'où ceux-ci devaient le conduire jusque dans l'Aïr. Mais, à El-Biodh, la caravane, attaquée par une bande de dissidents, dut rebrousser chemin.

La relation de ces deux dernières campagnes a été donnée dans : *Mission chez les Touareg, mes deux itinéraires sahariens, d'octobre* 1894 *à mai* 1895 (1895, gr. in-8°, avec cartes).

Foureau reprit une fois de plus la route du désert en décembre 1895, mais la région des Azdjer était très troublée et, alors qu'il n'avait pas encore dépassé le Grand Erg, il reçut du Gouvernement de l'Algérie des instructions qui l'empêchaient d'aller plus loin. Il rapportait néanmoins 879 kilomètres d'itinéraires nouveaux sur un total d'environ 1 600. Un rapport du voyageur contient l'exposé des résultats de cette campagne : *Dans le Grand Erg. Mes itinéraires sahariens de décembre* 1895 *à mars* 1896 (1896, in-8°). A la même date, Foureau publiait aussi une intéressante note de botanique : *Essai de catalogue des noms arabes et berbères de quelques plantes, arbustes et arbres algériens et sahariens* (1896, in-4°).

Ce ne fut qu'en mars 1897 que Foureau put tenter à nouveau de pénétrer dans l'Aïr. Parvenu dans l'oued Lézy, au puits de Tassindja, après un parcours de 2 500 kilomètres, dont 400 en pays non encore relevé, il trouva bien les Touareg disposés à l'escorter, mais, devant leurs exigences, il dut se retirer. Il publia : *Mon neuvième voyage au Sahara et au pays Touareg. Mars-juin* 1897. *Rapport* (1898, in-8°). Sa conférence devant la Société de Géographie a paru sous le même titre (1897, in-8°, extrait du *Bulletin*).

Par ces voyages si fréquemment répétés, Foureau avait fait connaître à fond une région en grande partie inexplorée. Il en avait dressé des cartes appuyées sur de nombreuses déterminations astronomiques et avait rapporté chaque fois des observations entièrement nouvelles sur la Météorologie, la Botanique, la Préhistoire, les Langues, l'Ethnographie.

Mais Foureau avait depuis longtemps déjà acquis la certitude qu'il n'arriverait à traverser le Sahara que s'il pouvait organiser une grande mission munie d'une forte escorte. Le moyen lui en fut fourni quand la Société de Géographie mit à sa disposition le legs Renoust des Orgeries et, grâce à l'adjonction de quelques autres subventions, il put constituer, avec le commandant Lamy comme collaborateur militaire, la grande Mission Saharienne, qui, de 1898 à 1900, réalisa la jonction de l'Algérie et du Soudan et eut la gloire d'abattre la puissance de Rabah, malheureusement au prix de la mort du commandant Lamy. On doit aussi à cette mission des travaux scientifiques de premier ordre, réunis dans le volume *Documents scientifiques de la Mission saharienne* (Paris, 1903-1906, in-4°, 1210 p.), que nous avons déjà analysé ici[1].

De 1893 à 1906, Foureau avait parcouru, au total, près de 30.000 kilomètres, dont plus de la moitié dans des pays inconnus avant lui ; il avait déterminé l'altitude de 1.800 points, la longitude et la latitude de 965 stations.

Gustave Regelsperger.

§ 2. — Physique

Bolomètre utilisé suivant une méthode de zéro. — Dans un mémoire récent[2], M. Crandall a mesuré les intensités dans le spectre infra-rouge par le bolomètre employé avec une méthode de zéro. Ce dispositif original mérite d'être signalé.

Le bolomètre linéaire a la forme habituelle. Les bandes formant les deux bras du pont de Wheatstone ont 5 millimètres de largeur et 25 millimètres de longueur; leur résistance est d'environ 4 ohms. Les deux autres bras du pont sont constitués par des bobines de fil de manganèse ayant une résistance de 20 ohms chacune. Les connections sont indiquées sur la figure 1. Un courant de l'ordre de 0,08 ampère traverse chaque bras du pont. La radiation est reçue sur la bande B.

Habituellement, pour une radiation nulle, on shunte l'un des bras R' par une résistance R_1 et, la bande B étant exposée à la radiation, la déviation que subit dans ces conditions le galvanomètre est considérée comme proportionnelle à l'énergie reçue par la fente.

Dans la méthode proposée par M. Crandall, on équilibre à nouveau le pont en ajustant le shunt, et, des lectures faites, on déduit le changement de résistance produit en B par la radiation incidente. En déterminant ainsi les changements relatifs de résistance produits en B par la radiation incidente, on obtient des nombres proportionnels aux quantités d'énergie : c'est la conséquence de l'hypothèse, fondamentale dans

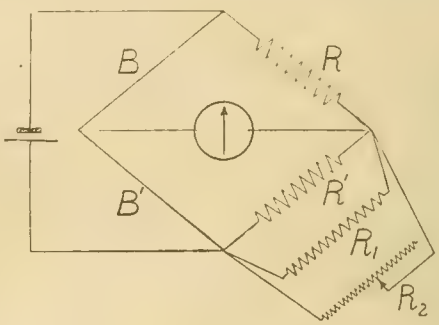


Fig. 1.

toutes les applications bolométriques, que la variation de résistance de la bande est proportionnelle à la quantité d'énergie reçue.

Plusieurs combinaisons ont été essayées; celle qui a semblé le mieux adaptée à la sensibilité du galvanomètre utilisé est la suivante :

$B = R' \pm 1,5\,\% = 4$ ohms,
$R = R' = 20$ ohms,
$R_1 = 588$ ohms,
$R_2 = 4.800$ ohms (variable par accroissements de 0,1).

Les variations de R_2 correspondent à différentes valeurs de la résistance du pont, et, par suite, à des quantités différentes d'énergie tombant sur B; ce sont ces dernières que l'on a en vue. Désignons par ρ la résistance totale du bras; on a :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R'}{R_1 R'} + \frac{1}{R_2} = a + \frac{1}{R_2},$$

en posant :

$$\frac{R_1 + R'}{R_1 R'}.$$

En différenciant, on a :

$$d\rho = \frac{dR_2}{R_2^2 + 1};$$

les variations infinitésimales $d\rho$ seraient proportionnelles aux variations dR_2. En réalité, les variations de R_2 et par suite de ρ ne sont pas forcément infinitésimales. On a donc :

$$R = \frac{R_2}{1 + aR},$$

$$R + \Delta R = \frac{R_2 + \Delta R_2}{1 + (R_2 + \Delta R_2)a};$$

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 août 1906, p. 755.
[2] *The Physical Review*, novembre 1913.

d'où :

$$\Delta\rho = \frac{R_2 + \Delta R_2}{1 + (R_2 + \Delta R_2)a} \cdot \frac{R_2}{1 + aR_2}$$

$$= \frac{\Delta R_2}{(R_2 a + 1)^2 + a\Delta R_2 (1 + aR_2)},$$

ce qu'on peut écrire :

$$\Delta\rho = \frac{\Delta R_2}{R_2 a + 1}(1 - x),$$

où x représente la correction à effectuer.

Il est facile de calculer une fois pour toutes, pour une valeur donnée de R_2, les valeurs de

$$x = \frac{a\Delta R_2}{1 + aR_2 + a\Delta R},$$

qui correspondent à différentes valeurs de ΔR_2. C'est ce qu'indique le tableau suivant :

ΔR_2	x
100 ohms	0,021
400 —	0,091
800 —	0,199
1.200 —	0,331

En portant ces valeurs sur un graphique et traçant la courbe correspondante, on aura aisément la valeur de la correction qu'il faut faire subir à une lecture donnée. Par exemple, si la variation de R_2 qu'il est nécessaire de produire pour ramener l'équilibre est 1.200 ohms, on doit multiplier ce nombre par 1,33 pour obtenir une valeur proportionnelle au changement de résistance, et, par suite, à l'énergie reçue sur la bande.

Cette méthode d'utilisation du bolomètre présente de sérieux avantages :

Elle ne suppose pas que le courant à travers le galvanomètre est directement proportionnel à la variation de résistance de l'un des bras du pont.

Elle est indépendante des changements de sensibilité du galvanomètre et du déplacement du zéro de ce galvanomètre.

En traversant les portions du spectre riches en énergie, il n'y a pas de variations brusques dans la sensibilité de l'appareil, ce qui a lieu avec la méthode ordinaire quand on est obligé d'introduire des shunts successifs ou des séries de résistances dans le circuit du galvanomètre à mesure que l'intensité augmente.

En fait, c'est la double incertitude résultant d'une échelle de galvanomètre non linéaire et de shunts incorrects qui a conduit M. Crandall à utiliser une méthode de zéro. Cette méthode paraît particulièrement propre à l'établissement des courbes d'énergie du spectre; M. Crandall l'a employée avec succès à l'étude de la transmission de quelques sulfures dans l'infra-rouge. A. B.

Sifflet indicateur de grisou. — Il existe diverses méthodes de détermination de la teneur en grisou dans l'air des mines : les unes, excessivement sensibles, ne peuvent être utilisées qu'au laboratoire, exigeant un appareillage relativement compliqué, d'une manipulation assez délicate. Ce sont, pour ne citer que les plus courantes, celle de Coquillon-Lechatelier et celle de M. Lebreton. La première consiste en une analyse eudiométrique de l'air grisouteux, la combustion du méthane (élément combustible du grisou) étant réalisée au moyen d'un fil de platine chauffé au rouge par un courant électrique; de la diminution de pression on déduit la teneur en grisou. La méthode de M. Lebreton est basée sur la fixité de la limite inférieure d'inflammabilité des gaz combustibles : on mesure cette limite pour un gaz combustible quelconque, du gaz d'éclairage par exemple, d'une part avec l'air pur, d'autre part avec l'air grisouteux. Plus l'air sera chargé de grisou, moins il en faudra ajouter pour atteindre la limite.

A côté de ces appareils de laboratoire, il existe des indicateurs portatifs permettant au personnel de déterminer dans les galeries mêmes, rapidement et avec une précision pratiquement suffisante, la teneur en grisou de l'air qui y circule; ce sont pour la plupart des lampes analogues aux lampes de sûreté (lampe Chesneau). On se base sur les variations d'aspect de l'auréole bleue qui se forme autour de la flamme de la lampe quand celle-ci est placée dans de l'air grisouteux. La lampe Chesneau est d'un usage courant dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais.

Le Professeur Haber, de Berlin, vient de proposer un appareil basé sur un principe absolument différent : on sait que le son émis par un sifflet varie, toutes conditions égales d'ailleurs, avec le gaz que l'on insuffle. Par conséquent, si dans un sifflet on envoie de l'air grisouteux, le son produit sera différent de celui émis par le même sifflet quand on y insuffle de l'air pur. Comme il serait difficile d'évaluer la différence de son pour un fonctionnement alternatif du sifflet, le Professeur Haber utilise deux sifflets donnant le même son quand on les alimente avec de l'air. Si dans l'un des deux on envoie de l'air grisouteux et dans l'autre de l'air pur, il se produit des battements d'autant plus fréquents que la différence de son est plus grande; de ce nombre de battements dans l'unité de temps on peut déduire, par un étalonnage approprié de l'appareil, la teneur approximative en grisou de l'air essayé. On est parvenu à construire, basé sur ce principe, un appareil portatif qui, *a priori*, ne semble pas présenter de grands avantages sur la lampe Chesneau, la précision des indications qu'il peut donner n'étant pas supérieure. **M. Desmarets.**

§ 3. — Chimie industrielle

Photographie des couleurs sur papier. Le procédé par décoloration — Depuis l'étude publiée sur ce sujet il y a deux ans[1], le papier *Utocolor* a été notablement amélioré. La durée de l'impression à la lumière a pu être réduite au tiers de ce qu'elle était à cette époque; les couleurs sont plus vives, et les résultats ne sont plus influencés, comme ils l'étaient alors, par l'état hygrométrique de l'air au moment du tirage.

La nouvelle couche sensible est complètement sèche et n'adhère plus au cliché pendant l'exposition à la lumière diffuse. Au soleil, la chaleur ramollit légèrement l'émulsion et la rend un peu agglutinante, de sorte qu'il est encore utile d'interposer une feuille très mince de celluloïd.

Les meilleurs résultats sont obtenus en commençant le tirage à l'ombre et en le terminant en plein soleil. Un écran jaune spécial est placé sur le cliché, afin de compenser les différences de sensibilité des divers colorants contenus dans l'émulsion.

Le mode de fixage primitivement indiqué[2] a été modifié. L'épreuve est d'abord laissée pendant dix minutes dans :

Alcool méthylique	850 cc.
Eau	150 cc.
Acide tanique	40 gr.

On la rince ensuite pendant deux ou trois minutes dans l'eau ordinaire, puis on la plonge dans un bain fixateur spécial, dont la composition n'a pas été divulguée par les fabricants. Elle y séjourne trois minutes. Après un dernier lavage de quelques secondes à l'eau pure, on la suspend pour la laisser sécher.

La stabilité des images ainsi obtenues laisse encore à désirer, ainsi que la pureté des blancs, qui conservent une teinte résiduelle. Mais, ce qui reste le principal défaut du procédé par décoloration, c'est la lenteur de l'impression. Il ne faut pas songer à y remédier par l'emploi de couleurs plus rapidement décolorables, car

[1] *Revue générale des Sciences*, 15 mars 1911, p. 171.
[2] *Ibid.*

on n'aurait ainsi que des images extrêmement fugaces. Actuellement, on se borne à accélérer la décoloration de couleurs relativement stables, en y ajoutant certains sensibilisateurs que l'on élimine ensuite dans les bains de fixage. C'est ainsi que l'on a successivement employé l'anéthol, la glycérine, la thiosinnamine, l'allylamine, etc.

Les accélérateurs essayés jusqu'ici sont encore insuffisants, et l'on a cherché à développer les images, après une courte exposition à la lumière, comme on le fait dans les procédés aux sels d'argent. Un papier au gélatinobromure rapidement impressionné ne montre pas la moindre trace d'image; cependant, quelques secondes d'immersion dans un révélateur suffisent pour compléter la réduction amorcée par la lumière. Pourquoi ne procèderait-on pas de même, dans les reproductions polychromes par décoloration?

Il y a dix ans, Neuhauss avait remarqué que certaines épreuves, dont la couche sensible était composée de bleu de méthylène, d'auramine et d'érythrosine, se développaient dans l'eau chaude. Mais les résultats obtenus étaient très inégaux et se trouvaient modifiés par des circonstances diverses que l'opérateur ne réussit pas à élucider [1].

J.-H. Smith écrivait, en 1909, dans le supplément en couleurs du *British Journal of Photography* : « J'ai obtenu les indices que cette image photographique est capable d'un développement. » Et, dans une communication faite, l'année suivante, à la *Royal Photographic Society*, le même auteur indiquait qu'après une exposition préliminaire, la pellicule partiellement décolorée pouvait être développée plus complètement, au moyen d'oxydants énergiques [2].

Plus récemment, des recherches poursuivies dans la même voie par Kümmell et par Limmer ont établi qu'il existe bien réellement un certain nombre de colorants rendus développables après exposition à la lumière. Le réactif qui a fourni les meilleurs résultats est le permanganate de potasse en solution faible [3]. La coloration brune que ce composé laisse sur le papier est facilement détruite par l'hydrosulfite de soude.

Ce mode de développement n'est efficace que si l'impression a atteint un certain degré et ne l'a pas dépassé. Quand la durée de l'exposition à la lumière a été ou trop courte ou trop longue, le blanchiment ne se produit pas. Si étrange que puisse paraître cette anomalie, on peut en trouver l'équivalent dans les procédés au bromure d'argent, où une pose très prolongée provoque la solarisation et même l'inversion de l'image.

Il convient d'ajouter que ces expériences n'ont été exécutées qu'avec un petit nombre de colorants, et qu'elles n'ont pas encore conduit à de véritables épreuves en couleurs reproduisant exactement toutes les teintes d'un modèle. Ainsi, le développement au permanganate de potasse n'est pas applicable au papier Utocolor tel qu'on le fabrique actuellement.

Néanmoins, le fait qu'il est possible de compléter par développement l'action de la lumière sur divers colorants est d'une importance capitale pour l'avenir des procédés par décoloration. **Ernest Coustet.**

[1] *Eder's Jahrbuch der Photographie*, 1904, p. 62.
[2] *Photographic Journal*, 1910, p. 149.
[3] *La Photographie*, 1912, p. 58.

§ 4. — Chimie biologique

Les membranes lipoïdes artificielles. — Le problème de la perméabilité cellulaire reste toujours posé. On sait que la membrane protoplasmique est perméable à certaines substances et non à d'autres, sans qu'il y ait lieu de faire intervenir le caractère cristalloïde ou colloïde des produits en cause. Overton et Meyer ont émis l'hypothèse que les membranes cellulaires sont essentiellement constituées par des lipoïdes, et Regaud, tout en niant la différenciation du protoplasma des membranes, admet cependant des zones de concentrations diverses des mitochondries et des enclaves lipoïdiques.

M. Fourneau a réussi à préparer des membranes artificielles contenant des lipoïdes différents, et à étudier les phénomènes de passage à travers ces membranes d'un certain nombre de substances et notamment des hypnotiques.

Lorsqu'on incorpore de l'huile de ricin à du collodion, on sait qu'on augmente notablement la souplesse de celui-ci, mais il ne paraît pas qu'on ait étudié la diffusion à travers des membranes de collodion fortement riciné, ni même qu'on ait établi la quantité maximum d'huile que l'on pouvait mélanger au collodion. On peut préparer des membranes suffisamment résistantes avec un collodion riciné à 40 %. Ces membranes ne laissent pas filtrer l'eau comme les membranes de collodion ordinaire, mais elles sont traversées par les sels et les sucres avec autant de facilité, semble-t-il, que si elles ne contenaient pas de matière grasse. Il est possible que ces membranes offrent quelques particularités intéressantes, mais elles ne peuvent convenir à l'étude particulière des hypnotiques.

L'introduction de lécithine dans le collodion riciné ne modifie pas qualitativement la perméabilité aux sels. Il semble donc probable que les membranes végétales et animales contiennent quelque chose de plus que des graisses et de la lécithine pour posséder la propriété d'être imperméables aux sels et qu'un troisième élément intervient. Cet élément n'est autre que la cholestérine [1].

Quand, au collodion riciné lécithiné, on ajoute de la cholestérine, tout change. Les sucres ne diffusent plus. La membrane est même devenue imperméable aux sels. Mais il y a plus : l'osmose n'a pas lieu, car, si on plonge dans l'eau pure un sac fabriqué avec ce collodion cholestériné dans lequel on a introduit une solution concentrée de sel marin ou de sucre de canne, on n'observe pas la moindre trace de pression osmotique, du moins avec les quantités de cholestérine incorporées au collodion. C'est là une différence essentielle qui distingue cette membrane artificielle de la membrane naturelle et des membranes de Traube. Si, cependant, les hypnotiques traversent facilement de pareilles cloisons, c'est une confirmation éclatante des théories d'Overton et Meyer qui, dans le passage des hypnotiques, ne font intervenir que leur solubilité dans les lipoïdes, indépendamment de toute autre action physique, telle que la tension superficielle, ou des phénomènes bioélectriques.

Or, tous les hypnotiques étudiés traversent les membranes de cellules avec la plus grande facilité et généralement avec une vitesse proportionnelle à leur action narcotique.

Dans des sacs dont la membrane était composée de la façon suivante : lécithine 15 grammes, cholestérine 6 grammes, huile de ricin 30 grammes, collodion 240 grammes, on introduit des solutions concentrées de véronal, de sulfonal, de tétronal, d'aponal, d'hédonal, de neuronal, de chloralose, d'isopral. Les sacs furent plongés dans l'eau pure, de telle façon que le niveau des liquides était le même à l'extérieur et à l'intérieur. Après trente-six heures, on dose la quantité d'hypnotique dissoute dans le liquide extérieur, et on rapporte les chiffres obtenus à la quantité de solution intérieure. Le rapport donnait la valeur de la diffusion. Si l'équilibre est établi, on doit trouver le chiffre 1, c'est-à-dire qu'il y a autant d'hynoptique dans des volumes égaux des liquides extérieur et intérieur. Mais il faut tenir

[1] La cholestérine intervient même seule, car des membranes de collodion cholestérinées, ne contenant pas de lécithine, sont imperméables aux sels minéraux, perméables aux hypnotiques. Cela simplifie considérablement le problème de la perméabilité cellulaire.

compte des difficultés du dosage de petites quantités d'hypnotiques et de ce qui est retenu par les membranes. On peut cependant comparer les chiffres obtenus, si on range les hypnotiques dans l'ordre décroissant suivant : tétronal, sulfonal, hédonal, aponal, véronal, chloralose, uréthane, etc. Il est possible qu'en employant des méthodes de dosage plus rigoureuses et en mettant en œuvre des quantités plus importantes de substances, l'échelle établie soit un peu modifiée, mais ce qu'il faut retenir, c'est que tous les hypnotiques étudiés traversent facilement la membrane des sacs.

Des combinaisons organiques autres que les hypnotiques traversent également les membranes de lipoïdes, mais dans des proportions beaucoup moindres. Parmi celles examinées, le salicylate de soude se place au premier rang, avant l'urée, l'urotropine, l'acide tartrique et l'antipyrine. Cette dernière ne diffuse pour ainsi dire pas.

Parmi les substances ne traversant pas le dialyseur cholestériné, l'une des plus intéressantes est le *bidéchlorochloralose* de M. Hanriot. Chacun connaît les remarquables propriétés anesthésiques et hypnotiques du chloralose, dont nous devons la connaissance à MM. Hanriot et Richet. En poursuivant ses recherches, M. Hanriot a eu l'idée de supprimer successivement un, puis deux atomes de chlore. Il est ainsi parvenu à ce qu'il appelle le *bidéchlorochloralose*. Or, les recherches de M. Tiffeneau ont montré que ce composé est dépourvu de propriétés hypnotiques. Ainsi voilà deux substances qui possèdent la même structure, les mêmes fonctions, les mêmes propriétés chimiques et qui ne diffèrent entre elles que par leur nombre d'atomes de chlore. L'une, le chloralose, traverse les membranes du dialyseur cholestériné, et c'est un puisssant hypnotique. L'autre ne peut franchir la même membrane, et l'expérience a montré que c'est un corps dénué de propriétés hypnotiques ou anesthésiques. Aucun exemple ne saurait démontrer d'une façon plus rigoureuse le rôle de la membrane.

Voilà, résumé, le résultat des premières recherches de M. Fourneau. Il nous semble qu'elles mettent en relief tout l'intérêt qui s'attache à l'étude de la cholestérine et, plus particulièrement, aux recherches du genre de celles que M. Chauffard poursuit depuis plusieurs années en vue d'établir, par des dosages précis, la teneur en cet élément des organes et des humeurs et les variations qu'y apportent les états pathologiques.

Quant au rôle de la cholestérine dans les échanges cellulaires, on peut facilement se l'imaginer à la lumière des faits observés.

La cholestérine apparaît comme le portier de la cellule, l'ouvrant et la fermant suivant un mécanisme que peut-être il ne sera pas possible de préciser, mais qu'on peut concevoir ainsi. A l'état normal, la couche externe du protoplasma ou, si l'on veut, la membrane protoplasmique contient, dans un support albuminoïdique, de la cholestérine, de la lécithine et des matières grasses en proportions telles qu'elle est imperméable aux sels, aux sucres, aux acides aminés, en un mot, aux substances nécessaires à sa nutrition, alors qu'elle est perméable à diverses substances étrangères à l'organisme, tels les hypnotiques. Que, sous certaines influences, cette composition vienne à varier et que la couche externe du protoplasma s'appauvrisse en cholestérine, alors l'intérieur de la cellule devient accessible aux matériaux indispensables à sa vie, et les anomalies de la perméabilité cellulaire peuvent être ainsi expliquées d'une manière satisfaisante[1].

§ 5. — Géographie physique

La périodicité des crues glaciaires. — La Commission de Glaciologie du Comité d'études scientifiques, institué au Ministère de l'Agriculture[1], vient de publier le tome III de ses *Études glaciologiques*. Grâce à M. Charles Rabot, président de la Commission, et à M. de la Brosse, ingénieur en chef chargé du Service des grandes forces hydrauliques dans la région des Alpes les recherches glaciaires entreprises en Savoie se sont régulièrement poursuivies de 1908 à 1911, par les soins de M. Mougin, inspecteur des eaux et forêts, qui leur consacre un important mémoire, dans lequel il a joint, aux observations enregistrées pendant cette période, des recherches historiques du plus grand intérêt. Ces recherches ont été faites dans les archives et bibliothèques d'Annecy, de Genève et de Chamonix, et complétées par des notes fournies par M. Charles Rabot. Elles ont permis de reconstituer, notamment, l'histoire du glacier des Bois pendant les trois derniers siècles, et de dégager un exposé des variations périodiques des crues des appareils glaciaires du val de Chamonix. Des graphiques, des dessins, des photographies, des reproductions d'estampes ajoutent à ce travail une valeur documentaire de premier ordre.

Les premiers renseignements datent de 1580; la première crue mentionnée est celle de 1605-1610, la seconde celle de 1644 : elles sont séparées par une période de trente quatre ans. La troisième a son maximum en 1675, la quatrième en 1716, avec de nouveaux intervalles respectifs de trente et un et quarante et un ans. Une nouvelle progression sérieuse a lieu en 1776 (intervalle soixante ans), et c'est en 1820 (intervalle quarante-quatre ans) que se produit la plus grande extension glaciaire du XIXe siècle. La pulsation suivante est enregistrée en 1853 (intervalle trente-trois ans) et la crue la plus récente, en 1894, survenue au bout de quarante et un ans. L'intervalle de deux cent quatre-vingt-quatre ans, qui sépare les années 1610 et 1894, comprend donc sept périodes dont l'ampleur moyenne se trouve être de quarante ans environ. Il faut remarquer, toutefois, que l'on est sans renseignements sur la longue période qui s'étend de 1716 à 1776, pendant laquelle il est fort possible qu'une avancée des glaces, peu importante, se soit produite, sans que des désastres l'aient faite signaler. Si la chose existait, la périodicité moyenne serait ramenée à trente-cinq ans et demi.

Si l'on étudie plus spécialement le glacier des Bois, dont les oscillations sont les mieux connues, on observe que les premières crues de chaque siècle sont séparées par des intervalles égaux de cent six ans, qui sont à fort peu près des multiples de 36, valeur moyenne supposée pour le laps de temps séparant deux progressions successives du glacier. En se basant sur cette périodicité, on pourrait conclure à l'apparition d'une crue des glaciers de Chamonix vers 1926-1928. Quoi qu'il en soit, si la série des années humides, inaugurées en 1908, se continue, on assistera bientôt à une avancée, conséquence de l'enseignement accumulé dans les cirques supérieurs des bassins d'alimentation. Ce mouvement s'est déjà produit sur les appareils les plus sensibles, comme le glacier du Tour et celui des Bossons. Ajoutons que M. L. Gaurier, dans son mémoire sur les observations glaciaires dans les Pyrénées, constate une période de crue qui a commencé par un stationnement en 1906 et une augmentation graduelle de 1907 à 1911. Pour en revenir aux glaciers du Mont-Blanc, les renseignements que l'on possède montrent donc que leurs variations obéissent à une loi de périodicité et que le temps qui sépare deux crues successives n'est pas très différent des chiffres donnés par M. Brückner.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole Supérieure de Commerce de Lyon.

[1] *Presse Médicale*, 3 janvier 1914.

[1] MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE (Direction générale des Eaux et Forêts. Service des grandes forces hydrauliques). *Études glaciologiques* : Savoie, Pyrénées. T. III. Paris, 1912. — R. BLANCHARD : La crue glaciaire dans les Alpes de Savoie au XVIIe siècle. *Recueil des travaux de l'Institut de Géographie alpine* (Université de Grenoble), 1913, t. I, fasc. 4.

ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ

DEUXIÈME PARTIE : RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS ET ÉPURATION

Dans une première partie[1], nous avons étudié les récents progrès de la fabrication du gaz d'éclairage ; nous allons maintenant examiner la question de la récupération des sous-produits et de la purification du gaz.

I. — Goudron.

A sa sortie des cornues ou des fours, le gaz est collecté dans un barillet d'où il se rend aux appareils de récupération de sous-produits et d'épuration. Pour éliminer le goudron ainsi que l'eau qu'il contient, le gaz est refroidi. On opère progressivement : le gaz passe d'abord dans des condenseurs à tubes arrosés d'eau ou y plongeant. A cette façon d'opérer, qui est presque exclusivement employée, on tend à en substituer actuellement deux autres, résultant de théories nouvelles. L'une, qui est celle de la Société du gaz de Paris, étudiée et mise au point par M. Sainte-Claire-Deville, préconise le refroidissement brusque du gaz dès sa sortie du barillet ; l'autre, adoptée par la maison Klönne, part de ce fait que l'on peut arrêter la presque totalité du goudron et de la naphtaline à température élevée. Dans les deux cas, le goudron sert d'absorbant pour la naphtaline, dont il faut laisser le moins possible dans le gaz pour éviter les obstructions ultérieures des tuyauteries.

D'après M. Sainte-Claire-Deville[2], le goudron n'agit efficacement qu'à froid comme dissolvant de la naphtaline, et, étant donné qu'il se trouve en quantité strictement suffisante, il faut faire en sorte qu'aucune parcelle de ce dissolvant ne soit séparée du gaz avant de s'être mise en équilibre avec lui à la plus basse température. Il faut donc refroidir rapidement et complètement le gaz dès sa sortie du barillet, puis éliminer immédiatement le goudron vésiculaire contenant de la naphtaline en dissolution, cela au moyen d'un condenseur par choc. « Dans ces conditions, le gaz, en se séparant définitivement du goudron, est en équilibre de tension à la température la plus basse avec une solution de naphtaline dans le goudron assez abondante pour n'être pas saturée. Elle émet des vapeurs, d'une tension notablement inférieure à la tension maximum de la naphtaline pure à la même température ». Avec le refroidissement progressif, le goudron qui se sépare à chaud absorbe peu de naphtaline, et celui qui se sépare à froid est en quantité insuffisante pour agir efficacement comme dissolvant ; il y a dépôt d'une solution sursaturée qui émet des vapeurs de naphtaline d'une tension égale à la tension maximum de la vapeur de naphtaline pure. L'appareillage nécessaire pour la mise en pratique de ce procédé est des plus simples : un réfrigérant tubulaire à courant d'eau ascendant que le gaz traverse de haut en bas (consommation moyenne : 2 litres d'eau par mètre cube de gaz), dans le soubassement duquel on dispose un condensateur par choc. Le goudron ainsi condensé contient plus de benzol que celui des anciens procédés ; malgré cela, le titre du gaz diminue d'un litre à peine, la teneur en benzol par mètre cube étant de 40 gr. 2 au lieu de 40 gr. 64 (moyenne d'essais d'un mois). Un autre avantage de cette façon d'opérer, c'est que les eaux condensées, par suite de leur basse température, sont plus riches en ammoniaque qu'avec les procédés de refroidissement progressif. A l'usine à gaz du Landy, on a appliqué ces principes pour une fabrication de 360.000 mètres cubes par vingt-quatre heures et les résultats ont confirmé en tous points la justesse de ces théories.

Dans le procédé Klönne, le gaz chaud pénètre au bas d'un réfrigérant cylindrique très haut ; le refroidissement se fait par l'air ambiant, il est progressif et lent. Le gaz chemine en sens inverse des produits condensés qui, de ce fait, subissent une véritable distillation fractionnée en ce qui concerne les produits à point d'ébullition peu élevé. Le goudron sort de l'appareil à peu près à la température d'entrée du gaz, 60°C., et ne contient presque pas de benzol ; d'autre part, l'intimité du contact fait que les constituants du goudron susceptibles de dissoudre la naphtaline la retiennent complètement. Le goudron contiendrait plus de naphtaline que celui obtenu par les procédés de refroidissement rapide. Il y a actuellement plus de 200 de ces condenseurs en service. A noter qu'avec les nouveaux systèmes de distillation, qui, comme nous l'avons vu, donnent un gaz beaucoup moins riche en naphtaline que celui produit dans les cornues horizontales, ces procédés perdent un peu de leur importance. Cependant, celui de M. Sainte-Claire-Deville, qui ne complique en rien les instal-

[1] Voir la *Revue* du 15 février 1914, t. XXV, p. 105.

[2] H. Laurain : Exposé des principes qui servent de base à la société du gaz de Paris pour l'établissement de la condensation goudronneuse dans ses usines. *Compte rendu du XXXVIIIe Congrès de la Société technique de l'Industrie du gaz en France.*

lations, qui est d'une application très simple, semble pouvoir être appliqué avantageusement dans tous les cas.

Extracteurs. — Pour aspirer le gaz des fours et le renvoyer dans les appareils de récupération et d'épuration, on se sert d'extracteurs; le modèle le plus couramment employé est celui de Beale. C'est une pompe rotative formée d'une enveloppe cylindrique horizontale, dans laquelle tourne un arbre placé en-dessous de l'axe de l'enveloppe, arbre qui porte sur toute sa longueur une rainure dans laquelle glissent deux palettes qui jouent le rôle de piston par leur mouvement de rotation. Signalons également l'emploi avec succès de ventilateurs Rateau et de ventilateurs Root.

Le réglage de l'aspiration se fait automatiquement au moyen d'une cloche nageant sur l'eau et en communication avec la conduite d'aspiration ; ses montées et ses descentes commandent une soupape qui se trouve sur une tuyauterie reliant celle d'aspiration avec celle de refoulement.

Condensateurs à choc. — Pour éliminer les dernières traces de goudron, ce que ne peut faire le seul refroidissement, le gaz passe à travers un condensateur à choc, dont le modèle le plus courant dérive de celui imaginé par Pelouze et Audoin ; c'est une cloche formée de tôles perforées concentriques dont les orifices sont disposés en chicane; le gaz passant à travers l'ouverture d'une tôle vient frapper le plein de l'autre tôle, ce qui détermine le dépôt de goudron. Les trous se bouchent assez fréquemment; pour y obvier dans une certaine mesure, on a préconisé l'emploi de condensateurs à cloche rotative dans lesquels les tôles perforées, par suite de la rotation, viennent baigner un certain temps dans le goudron.

II. — Récupération des cyanures.

La récupération du cyanogène, qui fut avantageuse au point de vue pécuniaire il y a quelques années, l'est devenue beaucoup moins par suite de l'introduction sur le marché des cyanures synthétiques. On continue à effectuer cette récupération, qui décharge d'autant l'épuration par voie sèche et assure une meilleure élimination des dérivés cyanogénés. Le lavage est effectué dans des laveurs Standard. Ces laveurs se composent d'une enveloppe horizontale en fonte, formée de plusieurs anneaux. Dans la partie basse de ces anneaux se trouve le liquide de lavage; le gaz circule à la partie supérieure. Le laveur est traversé par un arbre sur lequel sont fixés des disques présentant une grande surface, tels que des faisceaux de lames de bois ; par suite de la rotation de l'arbre, ces disques se chargent du liquide de lavage dans la partie inférieure des laveurs et le mettent en contact avec le gaz dans la partie supérieure. Dans le cas où l'alimentation en liquide se fait d'une façon continue, celui-ci s'écoule d'anneaux en anneaux par débordement. On emploie divers liquides de lavage ; un des plus usités est une solution de sulfate de fer saturée à froid (procédé Bueb). Au contact de l'hydrogène sulfuré et de l'ammoniaque du gaz, il se forme du sulfate d'ammoniaque et du sulfure de fer :

$$FeSO^4 + H^2S + 2NH^3 = FeS + (NH^4)^2SO^4.$$

Le sulfure de fer réagit avec l'acide cyanhydrique et l'ammoniaque pour donner le sel insoluble $(NH^4)^2Fe^2(CN)^6$:

$$2FeS + 6NH^4CN = (NH^4)^2Fe^2(CN)^6 + 2(NH^4)^2S.$$

Quand la liqueur titre environ 20 °/₀ de cyanogène, on la soutire du laveur; le cyanogène s'y trouve partie à l'état soluble, partie à l'état insoluble ; on y ajoute du sulfate de fer, de façon à n'avoir que des composés insolubles, et on chauffe à la vapeur ; il distille de l'ammoniaque que l'on recueille. La boue résiduaire est passée au filtre-presse : la liqueur filtrée est concentrée jusqu'à cristallisation du sulfate d'ammoniaque ; la pâte, qui contient 40 °/₀ de cyanogène, est vendue telle quelle. Les réactions se produisent d'autant mieux que le gaz est plus chaud; aussi place-t-on les laveurs à cyanure avant les derniers réfrigérants, tout de suite après le Pelouze.

En employant comme liqueur de lavage un mélange de sel ferreux et d'alcali, on récupère le cyanogène principalement à l'état de ferrocyanure soluble. La réaction qui se produit est :

$$FeSO^4 + 6NaOH + 6HCN = Na^4Fe(CN)^6 + Na^2SO^4 + 6H^2O$$

III. — Laveurs a naphtaline.

Pour éliminer la naphtaline, on lave le gaz au moyen d'huile d'anthracène de point d'ébullition 250° C. (procédé Bueb), à laquelle on ajoute 4 °/₀ de benzol pour éviter l'absorption du benzol du gaz. Ce lavage peut se faire dans un laveur de modèle quelconque; cependant, ce sont les laveurs Standard qui sont le plus couramment employés. On remplit le laveur d'huile, que l'on laisse jusqu'à ce que l'huile du premier compartiment, celui d'entrée du gaz, soit saturée de naphtaline. A 25° C., l'huile peut absorber 19 °/₀ de son poids de naphtaline. Depuis quelque temps, on emploie avec succès, au lieu d'huile d'anthracène, du goudron de gaz à l'eau ou du goudron de cornues verticales, qui sont très fluides et riches en huile.

IV. — Récupération de l'ammoniaque.

Pour éliminer l'ammoniaque du gaz, on soumet celui-ci à un lavage à l'eau, soit dans des scrubbers, soit dans des laveurs Standard. Pour réaliser une bonne récupération de l'ammoniaque, il faut que la température du gaz et de l'eau ne dépasse pas 20° C. L'absorption de l'ammoniaque sera d'autant meilleure que le contact entre l'eau et le gaz sera plus intime. C'est ce que l'on parvient à réaliser avec les laveurs rotatifs, dont les plus connus sont les laveurs Standard à axe vertical et les laveurs Feld. En principe, ce sont des colonnes verticales à plateaux dans lesquelles des dispositifs spéciaux, fixés sur un arbre vertical, assurent, par chaque tronçon, une extrême division du liquide de lavage qui descend de plateau en plateau, alors que le gaz s'élève par les orifices de descente du liquide. Avec ces appareils, on arrive à d'excellents résultats; ils sont d'un encombrement très réduit et opposent une très faible résistance au passage du gaz. On a préconisé tout récemment de pulvériser le liquide de lavage pour assurer un meilleur contact avec le gaz.

On se sert également des laveurs Kubierschky (fig. 1), basés sur ce fait que si, dans une capacité occupée par un gaz, on introduit un gaz de densité différente ou, ce qui revient au même, à une température différente, ces deux gaz se superposent par ordre de densité bien avant que la diffusion puisse se produire. Ce sont des colonnes divisées en plusieurs compartiments par des plateaux percés de trous, assurant la division du liquide de lavage tout en empêchant le passage du gaz; celui-ci entre dans le haut du compartiment inférieur; il déplace le gaz qui s'y trouve et qui du bas gagne le haut du compartiment immédiatement supérieur où les mêmes faits se reproduisent.

Les eaux ammoniacales obtenues par lavage du gaz à l'eau, ainsi que celles condensées par refroidissement du gaz, sont distillées presque uniquement dans des colonnes. Les vapeurs ammoniacales sont condensées quand on veut obtenir des eaux ammoniacales concentrées, ou recueillies dans l'acide sulfurique quand on veut faire du sulfate d'ammoniaque. Les eaux ammoniacales, avant d'entrer dans la colonne distillatoire, sont échauffées au moyen des eaux résiduaires sortant de la colonne. Les colonnes distillatoires se composent de trois parties : dans la première se dégagent les sels volatils (ammoniaque caustique, carbonate, sulfhydrate et cyanure d'ammoniaque); dans la deuxième, les eaux qui ne contiennent plus que les sels fixes (sulfate, chlorure, sulfocyanure d'ammoniaque) sont mélangées à un lait de chaux; enfin, dans la troisième partie, on distille l'ammoniaque mise en liberté par la chaux. Il existe une infinité de colonnes distillatoires; ce que l'on recherche surtout, c'est à assurer un bon barbottage de la vapeur dans le liquide, de façon à ce que les échanges de température se fassent le mieux possible et par suite à réduire la consommation de vapeur. Il faut, en outre, que des dispositifs soient prévus pour permettre le nettoyage commode de la colonne, qui s'obstrue rapidement par des dépôts de calcaire. Pour empêcher ces dépôts de se former, certaines colonnes sont munies de racloirs fixés à un arbre vertical traversant la colonne suivant son axe : ce système n'a pas pris un grand développement.

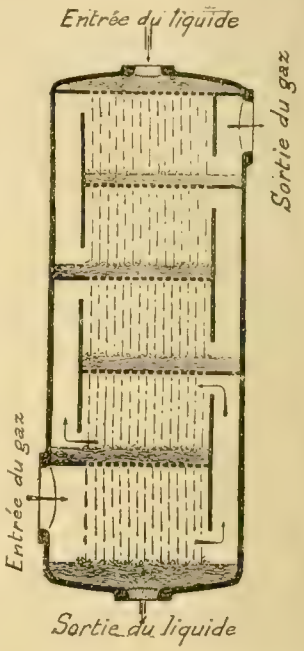


Fig. 1. — *Laveur Kubierschky.*

Pour fabriquer le sulfate d'ammoniaque, le mélange de vapeur et d'ammoniaque qui se dégage de la colonne est absorbé par de l'acide sulfurique, placé dans un saturateur constitué par un bac en bois ou en fonte doublé de plomb; le sel qui se forme est pêché au moyen d'une pelle, mis à égoutter, puis essoré. Dans ces appareils, l'opération est discontinue : on charge le saturateur d'une certaine quantité d'acide; quand cet acide est saturé, on envoie les vapeurs ammoniacales dans un autre saturateur. Le pêchage du sel est une opération pénible ; en outre, les saturateurs n'étant pas clos, il se dégage beaucoup de vapeurs qui rendent malsaine l'atmosphère de l'atelier.

Actuellement, il y a tendance à rendre l'opération continue et à l'effectuer dans des saturateurs fermés (fig. 2). L'acide sulfurique arrive d'une façon ininterrompue en G, en quantité correspondant aux vapeurs d'ammoniaque à absorber, de telle sorte que le bain conserve toujours la même acidité. Les vapeurs ammoniacales arrivent par A et se dégagent dans le bain par le tuyau perforé B. Le sel se dépose dans le fond du saturateur; il en est retiré au moyen d'un éjecteur fonctionnant, soit à l'air comprimé, soit à la vapeur; il est égoutté en E, puis essoré. Les eaux-mères provenant de l'égouttage et de l'essorage s'écoulent dans le bac G (où se fait également l'arrivée d'acide frais), et de là retournent dans le saturateur par le tuyau H.

Il existe d'autres procédés de récupération de l'ammoniaque, beaucoup plus logiques que celui que nous venons de décrire; ils ne sont, à l'heure actuelle, employés que dans les cokeries, mais le seront certainement un jour ou l'autre dans les usines à gaz. Au lieu d'absorber l'ammoniaque du gaz par l'eau et de distiller ensuite l'eau ammoniacale obtenue, on fait barbotter le gaz directement dans l'acide sulfurique. Dans certains systèmes (dont le prototype est le procédé Otto), le gaz est dégou-

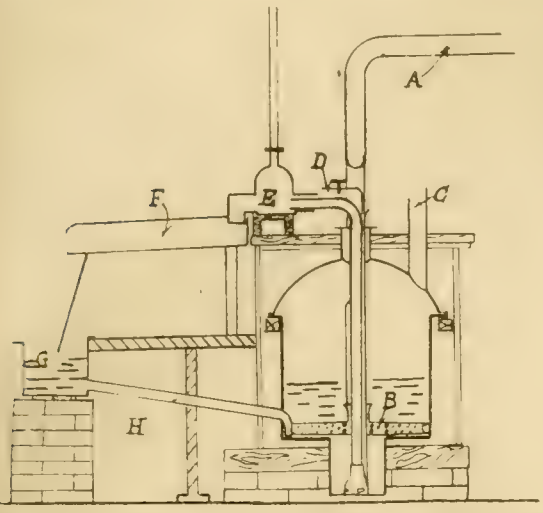


Fig. 2. — *Saturateur continu pour la fabrication du sulfate d'ammoniaque.* — A, arrivée des vapeurs ammoniacales; B, tuyau perforé; C, tuyau d'évacuation des gaz méphitiques; D, robinet de commande de l'éjecteur; E, détendeur; F, égouttoir; G, bac pour l'arrivée d'acide sulfurique et dans lequel s'écoulent les eaux-mères d'égouttage et d'essorage; H, tuyau d'amenée de l'acide et des eaux-mères au saturateur.

dronné à 65-70° et est envoyé à cette température dans un bain d'acide sulfurique à 80-90 grammes d'acide libre par litre; dans d'autres (et ce sont ceux qui paraissent devoir s'appliquer le plus facilement aux usines à gaz), le gaz est refroidi par les procédés habituels, puis passe dans l'acide sulfurique (150 grammes d'acide libre par litre); les eaux ammoniacales condensées sont distillées, et les vapeurs d'ammoniaque mélangées au gaz immédiatement avant son passage dans l'acide; c'est le système Mont-Cenis.

Avec le procédé Otto, il n'y a plus besoin de colonnes distillatoires, plus d'eau de lavage, plus d'eaux résiduaires de distillation. Avec le procédé Mont-Cenis, plus d'eau de lavage, et le volume d'eaux résiduaires est au plus moitié de celui du procédé de récupération de l'ammoniaque par lavage à l'eau. Avec ces procédés, la récupération de l'ammoniaque est pratiquement complète, et le sulfate produit de qualité égale à celui de l'ancien procédé. On avait craint que le passage dans l'acide sulfurique n'altère la qualité du gaz; des essais de laboratoire ont montré qu'il n'en est rien, pas plus au point de vue pouvoir éclairant qu'au point de vue pouvoir calorifique. Une autre preuve de ce fait, c'est que ces procédés sont employés par des cokeries fournissant du gaz d'éclairage, et l'on n'y a jamais constaté la moindre altération du gaz.

Pour terminer ce qui concerne la récupération de l'ammoniaque, nous mentionnerons deux procédés ayant en vue la fabrication du sulfate d'ammoniaque au moyen du soufre et de l'ammoniaque contenus dans le gaz. Quand on distille le charbon, une partie du soufre qu'il contient se transforme en hydrogène sulfuré, et c'est le S de cet H^2S que, dans ces procédés, on veut combiner à l'NH^3 du gaz pour former le sulfate $(NH^4)^2SO^4$ en prenant à l'air l'oxygène nécessaire. Dans le procédé Feld, le gaz est lavé au moyen d'une solution de polythionates d'ammoniaque. Ces corps réagissent avec l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré en donnant de l'hyposulfite d'ammoniaque, du sulfate d'ammoniaque et du soufre :

$$\underset{\text{(Tétrathionate d'ammoniaque)}}{(NH^4)^2S^4O^6} + 2NH^3 + H^2O = \underset{\text{(Hyposulfite d'ammoniaque)}}{(NH^4)^2SO^4 + (NH^4)^2S^2O^3} + S.$$

$$(NH^4)^2S^4O^6 + 3H^2S = (NH^4)^2S^2O^3 + 5S + 3H^2O.$$

La solution d'hyposulfite sortant du laveur est soumise à un courant d'acide sulfureux qui régénère le polythionate, que l'on utilise à nouveau pour le lavage du gaz :

$$2(NH^4)^2S^2O^3 + 3SO^2 + S = 2(NH^4)^2S^4O^6.$$

Quand la solution est suffisamment riche en sels ammoniacaux, on en soutire un certain volume que l'on remplace par de l'eau ordinaire ou par les eaux ammoniacales condensées. Le liquide retiré du circuit est traité par un courant d'acide sulfureux, et le polythionate formé est décomposé par chauffage de la solution à 100° :

$$(NH^4)^2S^4O^6 = (NH^4)^2SO^4 + SO^2 + 2S.$$

L'acide sulfureux qui se dégage sert aux réactions; on y ajoute celui produit par combustion du soufre séparé par filtration de la solution de sulfate d'ammoniaque; celle-ci est concentrée jusqu'à cristallisation. Le procédé Feld permet de récupérer complètement l'ammoniaque et 70 à 80 °/₀ de l'hydrogène sulfuré du gaz, ce qui soulage d'autant les épurateurs; il a fonctionné deux ans à l'usine à gaz de Kœnigsberg (Prusse), et les résultats ont été satisfaisants.

Dans le procédé Burkheiser, le gaz est épuré au moyen d'oxyde de fer très finement broyé mis en suspension dans l'eau; il se forme du sulfure de fer que l'on grille; l'acide sulfureux formé est absorbé par une solution de sulfite d'ammoniaque qui se transforme de la sorte en bisulfite. C'est la solution du mélange de sulfite et de bisulfite qui

sert au lavage du gaz. Il cristallise du sulfite d'ammoniaque que l'on peut employer tel quel comme engrais ou transformer en sulfate d'ammoniaque par oxydation à l'air. Avec ce procédé, tout l'hydrogène sulfuré et le cyanogène du gaz sont absorbés, ce qui permet de supprimer les caisses d'épuration.

V. — Epuration du gaz.

Avant d'être livré à la consommation, le gaz doit être débarrassé de son hydrogène sulfuré, qui, en brûlant, donne de l'acide sulfureux dont l'action est nuisible, que le gaz soit utilisé à l'éclairage, au chauffage ou à la production de force motrice. En général, un gaz de bonne qualité ne contient pas plus de 0,5 à 0,6 gramme de soufre par mètre cube. Pour l'en débarrasser, on emploie uniquement des oxydes de fer hydratés, qui arrêtent également le cyanogène dans le cas où l'on ne se sert pas de laveurs à cyanure.

Anciennement, on se servait du mélange de Laming, formé de sulfate de fer, de chaux et de sciure de bois ; la chaux réagit sur le sulfate de fer pour donner de l'oxyde de fer, la sciure ayant pour but de rendre la masse plus perméable. On peut aussi mélanger de la limaille de fer ou de fonte à de la sciure ; on laisse le mélange s'oxyder à l'air avant de l'employer. Actuellement, on tend à se servir surtout de minerais de fers naturels ; il faut des minerais spéciaux dans lesquels le fer existe en majeure partie à l'état d'hydrate de sesquioxyde ; le plus couramment employé est le minerai de fer des prairies (Raseneisenerz), que l'on trouve principalement en Hollande. On emploie également la masse Lux, sesquioxyde de fer alcalinisé, résidu de traitement de la bauxite.

Pour revivifier la masse, c'est-à-dire pour transformer le sulfure de fer en oxyde réutilisable, on l'expose à l'air et la remue fréquemment pour renouveler la surface de contact. Dans les usines de faible et de moyenne importance, cette manœuvre est faite à la main. Dans les grandes usines, on se sert de bennes preneuses pour remuer la masse et la replacer dans les épurateurs. Au point de vue des épurateurs proprement dits, les perfectionnements ont eu surtout pour but d'assurer un contact plus intime entre le gaz et la masse épurante, et de diminuer la pression absorbée.

Depuis un certain temps, on réalise la revivification continue de la masse dans les épurateurs mêmes ; pour cela, on ajoute au gaz de 1 à 2 °/₀ d'air ; la durée de service d'une cuve d'épuration peut, de cette façon, être quintuplée. Au lieu d'ajouter de l'air dont l'oxygène seul agit et dont l'azote a une action défavorable au point de vue pouvoir éclairant et calorifique, on a proposé l'emploi d'oxygène ; les résultats ont été excellents ; seul le prix de revient de l'oxygène a entravé le développement de ce mode opératoire ; avec les nouveaux procédés de fabrication de l'oxygène, il sera peut-être intéressant de reprendre cette question.

A chaque revivification, la masse s'enrichit en soufre libre. On peut se rendre compte du phénomène par l'équation très simplifiée (en réalité, beaucoup plus compliquée) :

$$FeS + O = FeO + S.$$

Quand la masse contient 40-50 °/₀ de soufre, elle n'est plus utilisable ; elle est d'une vente assez difficile. On peut l'employer soit comme engrais, soit pour la fabrication des cyanures, soit pour faire de l'acide sulfurique. On a proposé d'en retirer le soufre en traitant la masse épuisée par les sulfures alcalins.

Les épurateurs à l'oxyde de fer présentent l'inconvénient d'exiger beaucoup de place ; aussi a-t-on cherché à substituer à l'oxyde de fer des produits réagissant plus rapidement sur l'hydrogène sulfuré : l'acide sulfureux est à la base d'un certain nombre de procédés ; c'est lui qui agit dans le sulfite d'alumine[1]. Tout récemment, on a repris l'étude d'un procédé assez ancien qui consiste à épurer le gaz au moyen d'eau ammoniacale ; on enlève ainsi l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique et certains dérivés cyanogénés du gaz. L'eau ammoniacale est chauffée à 80-85° C., de façon à en chasser l'H^2S et le CO^2, et sert à nouveau à l'épuration du gaz. Ce n'est là que le principe du procédé, qui est d'une application assez compliquée.

Comme impuretés sulfurées, le gaz contient aussi du sulfure de carbone en proportion très variable, selon le charbon distillé et la température de distillation. Depuis longtemps, on cherche à éliminer ce sulfure de carbone. Il n'y a pas, à l'heure actuelle, de procédé utilisé pratiquement. Parmi les derniers essais effectués ayant donné des résultats intéressants, il y a le procédé Athion, qui consiste à faire passer le gaz, débarrassé d'acide carbonique par lavage avec une solution de carbonate de potasse, sur de l'alcali-cellulose que le sulfure de carbone transforme en xanthogénate ou viscose ; on arriverait à éliminer 75 °/₀ du sulfure de carbone et 85 °/₀ de l'acide carbonique. Dans le procédé Evans, le gaz est mis en contact à 500° avec du nickel réduit qui agit d'une façon catalytique ; le carbone se dépose sur le nickel, et le soufre mis en liberté se combine à l'hydrogène du gaz pour former de l'hydrogène sulfuré qu'arrêtent les épurateurs à oxyde.

[1] Voir *Rev. gén. des Sciences* du 15 janvier 1913, p. 3.

On peut terminer l'épuration par passage du gaz sur de la chaux pour absorber l'acide carbonique. Cette pratique est assez courante en Angleterre; elle l'est très peu en France.

VI. — Gazomètres.

Une fois épuré, le gaz est, après mesurage, emmagasiné dans un gazomètre. Actuellement, on construit des gazomètres énormes, et cela par raison d'économie, car leur prix d'achat rapporté au mètre cube sera d'autant plus bas que leur volume sera plus grand; des gazomètres de 80.000 à 150.000 mètres cubes sont de construction courante; en Angleterre et en Amérique, il en existe de 345.000 et de 425.000 mètres cubes. On ne construit presque uniquement que des gazomètres à cloches télescopiques, à 2, 3 et, plus rarement, 4 levées. Les cuves se font en maçonnerie, en béton armé ou en métal. Les cuves métalliques, destinées à de grands gazomètres, exigent un poids énorme de tôles; on a reproché aux cuves cylindriques de mal utiliser le métal; dans un modèle proposé récemment, la paroi de la cuve, au lieu d'être droite, est courbe; la courbure préconisée rappelle celle d'un sac rempli d'eau et que l'on fait poser partiellement sur le sol. Les cloches sont guidées radialement ou tangentiellement. Un système de guidage assez original est le guidage en spirale de Gadd et Mason, qui ne nécessite pas la construction de colonnes ou de charpentes extérieures. La cloche porte à la partie inférieure des galets, réunis par paires, qui enserrent des rails fixés sur les parois de la cuve suivant une spire d'hélice. Le gazomètre s'élève ou s'abaisse en tournant sur lui-même.

VII. — Distribution et emploi du gaz.

Pour la distribution du gaz, on se sert presque uniquement de tuyaux en fonte moulée; ce qui les différencie entre eux, ce sont les dispositifs dont ils sont munis pour assurer leur jonction; le caoutchouc ou le plomb sont utilisés pour l'obturation. Les pertes normales, dans des conduites en bon état, sont de 2 à 6 °/₀; elles peuvent atteindre 20 °/₀ dans les pays houillers, par suite des mouvements de terrain.

Au point de vue utilisation du gaz, on a réalisé de grands perfectionnements tant pour l'éclairage que pour le chauffage. Sans entrer dans les détails, nous pouvons mentionner l'emploi, pour l'éclairage, du gaz surpressé, qui permet de rivaliser très avantageusement, au point de vue de l'intensité lumineuse, avec les lampes électriques (6 litres de gaz par carcel-heure); le gaz est comprimé à 1^{m},40 d'eau au moyen de ventilateurs spéciaux (Roots ou systèmes similaires). Le chauffage par le gaz se répand de plus en plus; les foyers modernes, dans lesquels la chaleur est émise principalement par rayonnement, procurent un chauffage très hygiénique. Un autre emploi du gaz surpressé a été fait en Angleterre, à Birmingham; dans cette ville, la consommation de gaz pour les usages industriels s'est développée à un tel point que l'on a monté une canalisation spéciale permettant de fournir le gaz à une pression de 0 kg. 8 par centimètre carré, grâce à quoi l'on fait obtenir plus rapidement de hautes températures.

VIII. — Conclusions.

En résumé, l'industrie du gaz a subi des perfectionnements considérables au cours de ces dernières années. Evidemment, le désir d'améliorer les procédés de fabrication a été pour quelque chose dans ces perfectionnements, mais la concurrence faite par l'électricité n'y a pas été étrangère. Comme nous l'avons vu, c'est surtout au point de vue production du gaz que se sont manifestées les améliorations les plus sensibles. Nous constatons malheureusement que le plus grand nombre de ces perfectionnements viennent de l'étranger, de l'Allemagne en particulier. Dans ce pays, la fabrication du gaz tend de plus en plus à devenir scientifique; il existe à Carlsruhe une école spéciale pour la formation d'ingénieurs gaziers; la presque totalité des usines à gaz est munie de laboratoires, généralement bien installés et placés sous la direction d'un personnel compétent. En France, à de bien rares exceptions, il n'existe rien de tout cela. Et c'est dommage, car, lorsque les usines françaises sont convenablement outillées, elles peuvent donner des résultats remarquables; il en est ainsi à la Société du gaz de Paris, où M. Sainte-Claire-Deville a fait une série de travaux sur la nature des charbons, sur l'éclairage par incandescence, sur le dégoudronnage, qui ont eu un retentissement universel dans le monde gazier. Mentionnons également M. André Coze, l'inventeur des fours à cornues inclinées; comme nous l'avons déjà dit, c'est à l'étranger que son invention a eu le plus grand succès.

La consommation du gaz suit une marche ascendante; cela tient pour beaucoup à l'introduction de l'éclairage par incandescence et à l'emploi du gaz pour le chauffage et la force motrice. Ce mouvement se continuera longtemps encore, car c'est avec le gaz que l'on réalise l'éclairage à meilleur marché; d'autre part, c'est un combustible dont l'emploi s'accorde très bien avec les idées modernes de confort et d'hygiène. **M. Desmarets.**

LES FUNICULAIRES AÉRIENS POUR VOYAGEURS

Les funiculaires aériens ont pris, depuis une trentaine d'années, une importance considérable comme mode de transport industriel des matières pondéreuses, surtout quand il s'agit de transports en pays montagneux, mais même dans des régions où le relief du sol semble n'opposer aucune difficulté à la construction d'un chemin de fer industriel. On peut, en effet, préférer pour diverses raisons la construction d'une ligne aérienne à celle d'une voie ferrée ordinaire.

Rappelons d'abord qu'un funiculaire aérien consiste essentiellement en une ligne de câbles en fils d'acier, les uns fixes (câbles porteurs), les autres mobiles (câbles tracteurs), ces derniers entraînant de petits chariots auxquels sont suspendus, soit les objets à transporter, soit, plus généralement, les bennes qui les renferment. Ces chariots roulent, par de petits galets, sur les câbles porteurs. Des pylônes supportent, de distance en distance, soit les câbles porteurs, au moyen d'attaches fixes ou d'ancrages, soit les câbles tracteurs, au moyen de poulies folles.

Le mouvement est donné aux câbles tracteurs, dans la station motrice (qui peut être unique, ou divisée en plusieurs sous-stations commandant chacune une section distincte du transporteur, si celui-ci est de grande longueur), par un treuil assez analogue à ceux des puits de mines, commandé par un moteur à vapeur ou électrique, et pourvu de freins puissants, jouant automatiquement en cas d'emballement.

Dans bien des cas même, le transporteur est automoteur, le transport des bennes pleines se faisant dans le sens de la descente, celui des bennes vides dans le sens de la remontée, et les résistances passives étant inférieures à l'effort moteur résultant de la différence des charges sur la ligne descendante et la ligne montante. Dans ce cas, le treuil se réduit à un tambour muni de freins susceptibles d'un fonctionnement continu, de façon à absorber l'effort en excès qui agit sur les câbles tracteurs. Ceux-ci sont ordinairement des câbles sans fin, sur lesquels s'exercent et se contrebalancent en partie les efforts des deux lignes, montante et descendante.

Quant aux câbles porteurs, chaque ligne en comporte généralement un seul, de dimensions telles que sa résistance à la rupture soit de cinq à dix fois supérieure à la charge maximum qu'il est exposé à recevoir en service; dans certains cas, cependant, on a dédoublé ce câble, par mesure de sécurité : les chariots ont alors un nombre double de galets à gorges, dont la moitié roule sur un câble et l'autre moitié sur le second câble.

Les bennes, qui doivent être chargées ou déchargées, soit à la station motrice, soit au terminus opposé, soit à des stations intermédiaires, quittent les câbles tracteurs, à leur entrée dans une station, et les reprennent à leur sortie : leurs chariots sont en effet solidarisés avec ces câbles par des embrayages à griffes ou à mâchoires, que des leviers peuvent serrer ou desserrer suivant qu'un ressort ou un contrepoids agit sur eux dans un sens ou dans l'autre; des butées fixes, à action progressive, que ces leviers, ou les organes qui les commandent, rencontrent à l'entrée et à la sortie des stations, produisent chaque fois le mouvement voulu pour serrer ou desserrer l'embrayage. Ajoutons enfin que, dans les stations où les câbles porteurs sont fortement ancrés et par conséquent subissent une interruption, pour la pose des mâchoires d'ancrage ou des contrepoids de tension, les bennes les abandonnent et passent sur des tronçons de rails suspendus à la charpente du bâtiment; ces rails permettent d'ailleurs d'établir, plus aisément que ne le permettraient les câbles, des aiguillages pour la manutention des bennes, leur triage, etc.

*
* *

Les funiculaires aériens, tels que nous venons d'esquisser leur constitution et leur fonctionnement, se sont répandus dans tous les pays, en particulier dans ceux où la construction des voies ferrées est difficile, et où les chutes d'eau se trouvent à proximité des installations. Que le transporteur soit automoteur ou non, il arrivera bien souvent qu'on aura économie à employer un funiculaire aérien plutôt qu'un chemin de fer à vapeur ou électrique, ou un funiculaire sur voie ferrée. Les mines situées dans les montagnes, en particulier, n'ont pas de moyen plus pratique de descendre leurs produits jusqu'aux chemins de fer les plus proches : d'autant mieux que leurs câbles peuvent franchir d'un seul trait des portées de 500 à 800 mètres et même davantage; en outre, dans ces régions désertes, les mesures de sécurité ont peu d'importance et il n'est pas nécessaire de prendre de grandes précautions contre la chute du contenu d'une benne dans un ravin.

Le plus remarquable exemple, peut-être, de transport de ce genre, existe dans l'Argentine, à la mine de cuivre de Famatina, située entre 4.500 et 5.000 mètres d'altitude dans la Cordillère des

Andes : la ligne a 34 kilomètres, avec des portées entre pylônes dont l'une atteint le chiffre impressionnant de 900 mètres, et remplace avantageusement le sentier muletier de 120 kilomètres, impraticable la moitié de l'année, par lequel on descendait autrefois le minerai. Ici, l'installation est automotrice au plus haut point, puisque les bennes descendent de 3.525 mètres dans le sens vertical, pour un trajet horizontal de 34 kilomètres. Il va sans dire que les bennes vides, ou leurs chariots, servent à ravitailler la mine de tout ce qui lui est nécessaire; en outre, des wagonnets formant cabines permettent au personnel de descendre en ville et de remonter à la mine, sans le secours des mulets de jadis.

Est-ce en pensant à l'exemple des ingénieurs de la mine de Famatina qu'un esprit avisé fut séduit par l'idée de créer des funiculaires aériens, destinés avant tout au transport des voyageurs ordinaires, et non plus au transport exceptionnel d'hommes du métier, habitués à risquer leur vie? Nous ne saurions l'affirmer. Toujours est-il que, trois ou quatre ans après la construction du funiculaire argentin, on livrait à l'exploitation, en Suisse, dans l'été de 1908, *le premier funiculaire à voyageurs* du monde entier.

Cette innovation, qui n'était pas sans témérité, car un accident aurait sans doute créé un état d'opinion hostile empêchant pour longtemps le renouvellement de pareille tentative, a heureusement été accueillie avec une telle faveur qu'aujourd'hui on compte, dans divers pays, sept lignes semblables, en exploitation ou en construction.

Ce sont : en Suisse, celui de Grindelwald, le premier existant; en Espagne, celui de Saint-Sébastien; en Autriche (Tyrol), ceux du Vigiljoch et du Kohlererberg; au Brésil, celui de Rio de Janeiro; enfin, en France, celui de l'Aiguille du Midi, près Chamonix, encore inachevé, et en Suisse, celui de la Jungfrau, concédé à la Société du Chemin de fer électrique de la Jungfrau, dont il complètera l'audacieuse voie ferrée[1].

Ces diverses lignes se présentent dans des conditions assez différentes, et, suivant les cas, leurs constructeurs ont eu à vaincre des difficultés plus ou moins grandes. Le point essentiel d'une ligne pour touristes, sous la forme de funiculaire aérien, est évidemment la garantie de sécurité contre le déraillement d'un chariot ou l'emballement d'une voiture par rupture d'un câble tracteur. Les dispositifs de freinage et de retenue que doit, en conséquence, porter chaque chariot de voiture ou cabine, ne peuvent embrasser les câbles porteurs et y exercer une friction énergique que si la ligne ou chacune de ses sections sont d'une seule partie, sans appuis intermédiaires où les câbles reposent sur des pièces fixes contre lesquelles viendraient buter les mâchoires des freins et autres organes entourant ces câbles : d'où l'obligation de recourir à des mécanismes plus compliqués quand il y a le long de la ligne des pylônes de support.

D'autre part, on ne peut guère exploiter chaque ligne ou section de ligne que par un service de navette, une voiture montant pendant que l'autre descend : chaque voiture arrive à un terminus en même temps que l'autre, et en repart de même. On n'a pas cru pouvoir, jusqu'ici, accrocher à un câble tracteur doué d'un mouvement continu un nombre variable de voitures chargées ou non, qui ne s'équilibreraient pas sur les deux brins (montant et descendant) du câble, et dont l'accrochage devrait être très progressif et produit par des appareils de fonctionnement très sûr, sous peine d'accidents graves. Pour le moment, donc, on s'en tient à la solution, plus simple, de sectionner les lignes en tronçons assez courts pour que deux voitures suffisent à l'écoulement du trafic moyen, et les voyageurs ont la légère peine de changer de voiture à chaque station intermédiaire. Cela permet, d'ailleurs, en cas d'arrêt momentané d'une section, de continuer à faire le service sur les sections inférieures, et, par conséquent, de ne pas perdre tout le bénéfice de l'exploitation pendant les réparations de la partie avariée.

Bien que la capacité de transport d'un funiculaire aérien, du moins tel qu'on les construit actuellement, soit limitée par la vitesse modérée qu'on doit adopter pour les voitures, tant par mesure de sécurité que pour ne pas effrayer certains touristes impressionnables (et aussi pour justifier, en quelque sorte, en prolongeant la durée du trajet, les prix assez élevés qu'on demande aux voyageurs pour cette ascension), ce mode de transport semble appelé à un avenir brillant, dans les régions montagneuses où, jusqu'ici, le chemin de fer à crémaillère et le funiculaire sur voie ferrée semblaient sans rivaux. La plate-forme de ces voies ferrées coûte fort cher à établir, d'autant plus qu'elle nécessite le plus souvent des détours allongeant le tracé d'une façon onéreuse, surtout avec la crémaillère qui n'admet guère de pentes supérieures à 60 °/₀; les ouvrages d'art, comme les viaducs au-dessus des gorges abruptes, prennent ici une grande importance et coûtent beaucoup plus cher, pour un même type d'ouvrage, que dans les régions où les travaux se font aisément et où la main-d'œuvre est abondante. Enfin, le matériel moteur d'une ligne à crémaillère est coûteux et

[1] On sait que ce chemin de fer part de la Petite Scheidegg, sur la ligne de Lauterbrunnen à Grindelwald, et monte vers la Jungfrau, dont le sommet est à l'altitude de 4.170 mètres.

délicat; il demande d'autant plus d'entretien que la ligne est plus longue, et cependant on ne peut augmenter indéfiniment les tarifs, sous peine de faire renoncer une grande partie des touristes.

Le funiculaire aérien, au contraire, s'inquiète peu des obstacles; il va droit au but, et enjambe des gorges de plusieurs centaines de mètres de largeur, quelle que soit leur profondeur; il envahit des régions que la voie ferrée n'oserait affronter avec sécurité, et s'accroche aux pointes de rocher émergeant des glaciers, sans avoir à se préoccuper, outre mesure, des avalanches et autres phénomènes dangereux pour le rail. Sa construction, enfin, est bien plus rapide que celle d'un chemin de fer, et, par conséquent, son capital d'établissement reste bien moins longtemps improductif.

∴

Ces considérations générales expliquent l'intérêt qui s'attache, pour les ingénieurs aussi bien que pour les touristes, à la multiplication de ces funiculaires, multiplication qui ne fait d'ailleurs plus de doute. On aimera, par conséquent, à savoir ce qui a déjà été fait dans ce domaine, et nous allons donner quelques indications sur les funiculaires à voyageurs déjà construits, et dans l'ordre approximatif de leur construction.

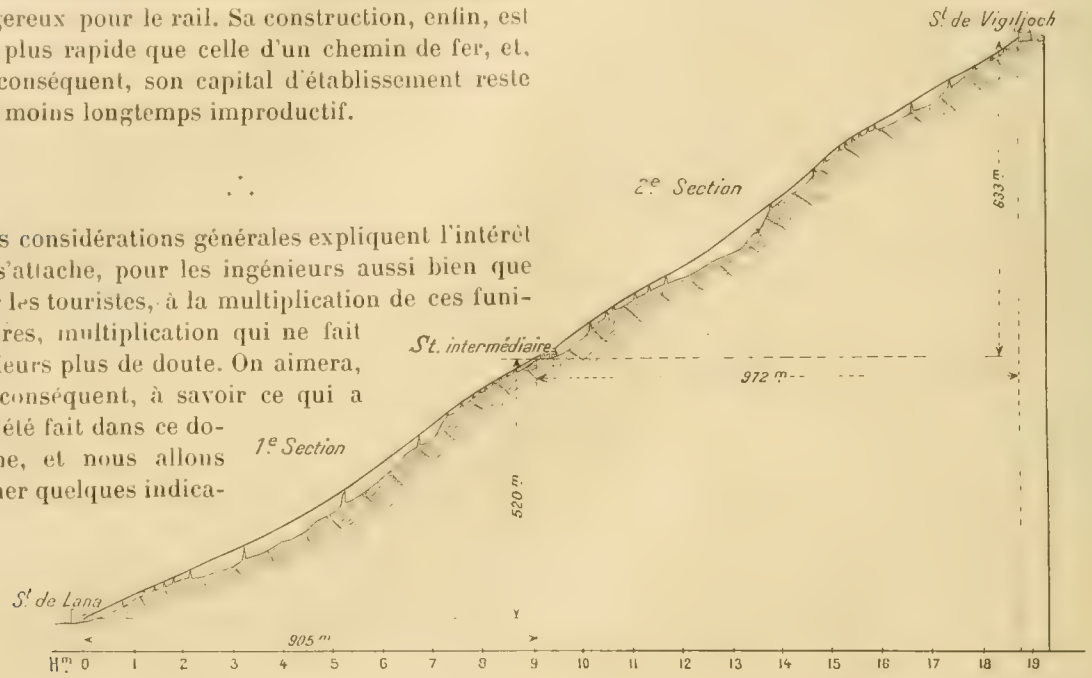


Fig. 1. — *Funiculaire du Vigiljoch.*

I. — Celui de Grindelwald, près d'Interlaken, datant de 1908, se borne à monter les touristes sur une plate-forme rocheuse du massif du Wetterhorn, d'où le nom de funiculaire du Wetterhorn, bien qu'en réalité le Wetterhorn (3.700 mètres) domine de 2.650 mètres le village de Grindelwald, et que les touristes soient amenés seulement à l'altitude de 1.680 mètres. La hauteur verticale franchie est de 425 mètres.

Dans cette installation, très simple puisqu'elle ne comporte qu'une seule section, il y a deux paires de câbles porteurs et deux câbles tracteurs communs aux deux chariots des voitures à seize places. Le mécanisme de freinage, monté sur le chariot, comprend des mâchoires capables d'enserrer les câbles porteurs en cas de détente de puissants ressorts toujours bandés, détente provoquée par le mollissement d'un des câbles tracteurs. Comme dans toutes les installations similaires, chaque voiture est suspendue avec une articulation conservant toujours son plancher horizontal, malgré l'inclinaison variable et très considérable du chariot.

Le treuil de commande, installé à la station supérieure, absorbe 45 chevaux; un treuil auxiliaire permet, en cas de panne, de faire descendre une petite cabine de secours jusqu'aux voitures immobilisées pour ramener leurs voyageurs.

II. — Le funiculaire de Saint-Sébastien, qui transporte les touristes au sommet du mont Ulia, dominant la célèbre Concha de cette station balnéaire si fréquentée, est beaucoup moins important : il ne fait, en réalité, que prolonger un tramway auquel incombe la majeure partie de l'ascension, et franchit seulement une hauteur de 28 mètres, sur un parcours de 300 mètres. Bien que cette pente de 10 °/₀ n'ait rien d'impressionnant, on a cru devoir rassurer le public en multipliant les câbles porteurs : il n'y en a pas moins de six, groupés trois à trois, et chacun d'eux est tendu par un contrepoids mobile, de sorte que sa tension est constante : si la voiture est très chargée, son poids fait remonter les contrepoids en augmentant la flèche des câbles; si elle est vide, la flèche diminue et les contrepoids descendent. Dans ces conditions, la tension supportée par chaque câble est limitée au poids du contrepoids, elle est connue, et on peut la régler suivant la résistance du métal et le

diamètre du câble; en outre, il est invraisemblable que plusieurs câbles se rompent à la fois, la rupture d'un seul ne pouvant avoir de conséquences fâcheuses pour les autres.

La voiture, très légère, sans toiture, est suspendue à un chariot par de nombreuses tringles, toujours dans le but d'augmenter la sécurité en multipliant les organes de support.

III. — Le funiculaire du Vigiljoch (fig. 1) est situé dans le Tyrol, au-dessus de Lana, petite ville distante de 15 kilomètres de la ville plus connue de Méran; il fonctionne depuis l'été 1912. Sa longueur est de 2.150 mètres, rachetant une différence de niveau de 1.150 mètres; il est divisé en deux sections à peu près égales.

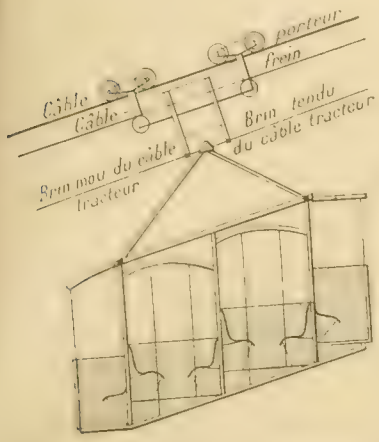


Fig. 2. — *Schéma du mode de traction des voitures sur le funiculaire du Vigiljoch et sur celui de l'Aiguille du Midi.*

La présence de nombreux pylônes, sur cette ligne, a nécessité de la part des constructeurs, MM. Ceretti et Tanfani (de Milan), l'emploi d'un dispositif tracteur relativement compliqué. Le chariot de chaque voiture roule par quatre galets sur un seul câble porteur (fig. 2); le câble tracteur est sans fin, et son brin inférieur s'enroule sur une poulie de renvoi, dans la station inférieure, tandis que son brin supérieur passe sur le treuil de la station supérieure (il en est de même dans chaque section, qui fonctionne comme une ligne distincte de l'autre, avec station commune à leur point de jonction).

En outre, et c'est là l'innovation essentielle, un troisième genre de câble existe sur la ligne : c'est le *câble-frein*, normalement immobile et en apparence inutile, mais sur lequel s'accrochent en cas de besoin les mâchoires du frein du chariot : dès lors, ce câble, devenant solidaire du chariot et entraîné par lui, agit sur les appareils de commande et de freinage du treuil moteur, pour provoquer l'arrêt dans la station supérieure; en outre, en cas de rupture du câble tracteur, le câble-frein se substituerait à lui.

Les câbles de la ligne montante et de la ligne descendante sont disposés parallèlement, à 4 mètres d'intervalle, sur des pylônes métalliques dont la hauteur variable (le plus haut a 31 mètres) compense à peu près les irrégularités du profil en long du flanc de la montagne. Les câbles porteurs sont placés au-dessus des autres.

On peut, en cas de besoin, téléphoner des voitures aux stations en prenant des contacts, au moyen d'une perche et d'un fil souple, sur les fils téléphoniques qui suivent la ligne et relient les trois stations; le fil souple est connecté au poste téléphonique de la voiture.

La traction a lieu, comme dans toutes les installations de funiculaires à voyageurs existant actuellement, par treuils électriques; des accumulateurs permettent, en cas de manque de courant momentané, de continuer le service, au moins pour redescendre les touristes à la station de départ.

IV. — Le funiculaire du Kohlererberg (fig. 3),

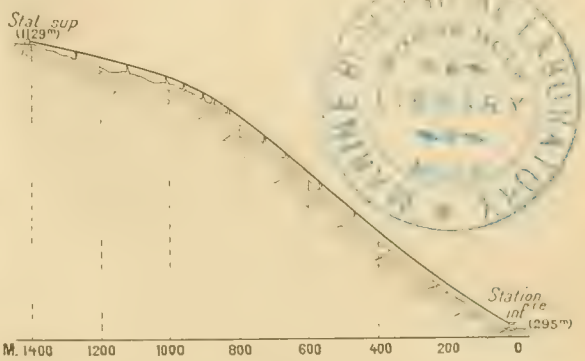


Fig. 3. — *Funiculaire du Kohlererberg.*

inauguré en mai dernier, est également situé dans le Tyrol, près de Botzen; il remplace une installation rudimentaire établie en 1908 par un hôtelier entreprenant, si entreprenant même que l'Administration lui enjoignit de ne plus exposer les touristes à des accidents; en conséquence, il commanda à la maison Bleichert, de Leipzig, le funiculaire actuel qui est pourvu de tous les mécanismes nécessaires. La longueur de la ligne est de 1.650 mètres, franchissant verticalement 834 mètres; il n'y a qu'une section et par conséquent deux stations.

Nous n'insisterons pas sur son aménagement, assez analogue à celui du Vigiljoch, sauf l'absence de câble-frein et le doublement des câbles porteurs et tracteurs, qui sont par paires (un chariot comporte 8 galets groupés 4 par 4). Le mécanisme de freinage, déclanché en cas de mollissement des câbles tracteurs, comprend des mâchoires serrées par des ressorts et des coins sur les câbles porteurs.

Les voitures sont actuellement de 16 places, mais on compte en avoir de capacité double, et les faire circuler à la vitesse de trois mètres par seconde, bien supérieure à ce qu'on peut réaliser couramment sur un funiculaire sur rails ou sur une crémaillère à forte inclinaison.

Les pylônes n'étant pas très élevés, la question du sauvetage éventuel des voyageurs n'a ici qu'une importance relative : on a ménagé des trappes dans le plancher des voitures, et on les descendrait par là jusqu'au sol, dans une petite nacelle suspendue à un câble susceptible d'être freiné.

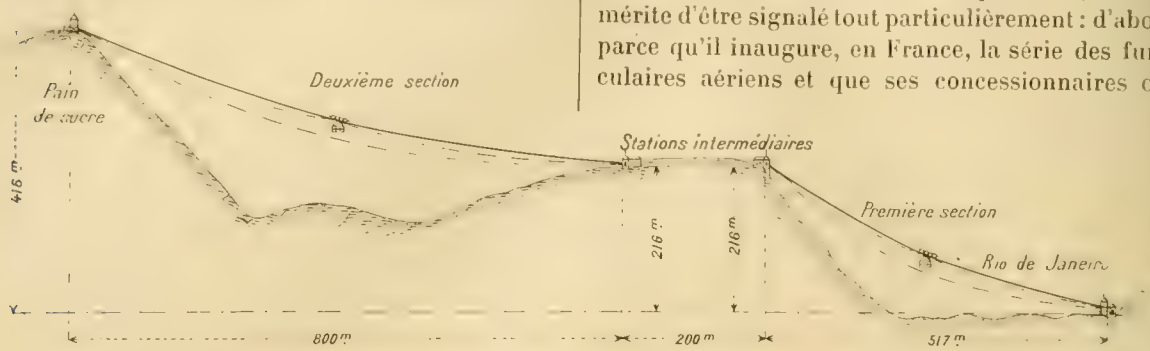


Fig. 4. — *Funiculaire de Rio de Janeiro.*

V. — Le funiculaire de Rio de Janeiro (fig. 4), qui date de janvier 1913, est particulièrement original : il escalade le rocher dit du Pain de Sucre, dont la silhouette caractéristique fait reconnaître à première vue, sur les photographies, la magnifique baie de Rio, toute parsemée d'îles et de rochers.

Le coup d'œil sur cette baie, d'un des sommets qui la dominent, est de toute beauté ; pour en jouir, jusqu'à ces derniers temps, l'excursion classique était celle du mont Corcovado, situé derrière la ville, et desservi par un chemin de fer électrique à crémaillère ; aujourd'hui, on peut aussi l'admirer du haut du Pain de Sucre, dont l'escalade était, auparavant, difficile et même périlleuse.

Le funiculaire actuel comprend deux sections séparées par un intervalle de 200 mètres, mais les deux stations intermédiaires, qui en forment respectivement les terminus supérieur et inférieur, sont au même niveau. L'ascension totale est de 416 mètres, pour des trajets sur câble de 520 et 800 mètres respectivement. Les amateurs d'émotions peuvent en rechercher ici de plusieurs sortes, car il n'y a aucun point d'appui entre les stations, et le voyage sur deux câbles de 4 centimètres de diamètre, lancés sur 800 mètres à 100 ou 200 mètres au-dessus du sol, n'est pas sans impressionner. Disons d'ailleurs que des wagonnets de secours pourraient aller chercher les voyageurs restés en panne au milieu de l'espace.

Les voitures sont à 16 places et circulent à raison de $2^{m},50$ par seconde. Il y a sur chaque ligne un câble tracteur *principal* et un câble tracteur *auxiliaire*, qui se substitue automatiquement au premier en cas de besoin, et joue un peu le rôle du *câble-frein* du Vigiljoch.

VI. — Le funiculaire de l'Aiguille du Midi (fig. 5), qui doit grimper jusqu'à l'un des sommets les plus connus et les plus attirants du massif du Mont-Blanc, n'est encore qu'en construction et ne fonctionnera que partiellement l'été prochain, mais il mérite d'être signalé tout particulièrement : d'abord parce qu'il inaugure, en France, la série des funiculaires aériens et que ses concessionnaires ont réussi, non sans peine, à contenter l'Administration, la municipalité (qui a donné la concession et percevra des redevances très avantageuses), enfin les syndicats de toute sorte à qui ils avaient affaire.

L'entreprise a plus d'envergure que toutes les précédentes : il ne s'agit de rien moins que 5 kilomètres de funiculaire divisé en 4 sections, avec un terminus à 3.560 mètres d'altitude : la hauteur verticale franchie sera de 2.524 mètres.

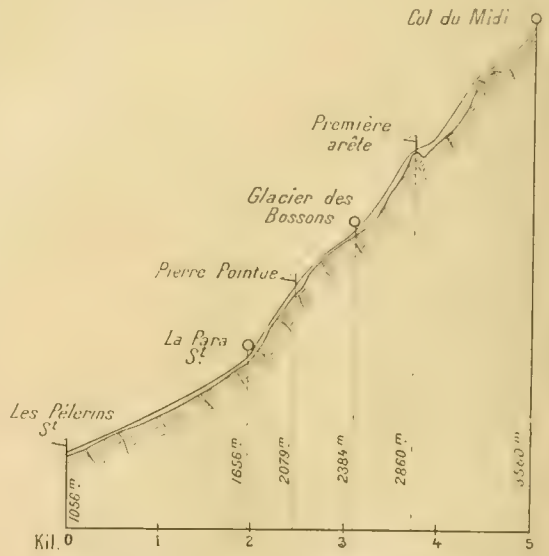


Fig. 5. — *Funiculaire de l'Aiguille du Midi.*

Le point de départ est le hameau des Pèlerins, non loin de Chamonix, l'une des stations intermédiaires est le glacier des Bossons, et le terminus est le Col du Midi, voisin de l'Aiguille du Midi, point d'où le panorama est magnifique.

Les deux premières sections comportent des pylônes assez nombreux, et ressemblent à la ligne du Vigiljoch ; les deux autres sont presque dépour-

vues d'appuis entre stations, et ressemblent plutôt à la ligne de Grindelwald.

On utilise ici, comme au Vigiljoch, le système Ceretti et Tanfani, avec câble tracteur sans fin et câble-frein, sur chaque section. Le câble porteur est unique pour chaque voiture, les constructeurs estimant qu'un câble de gros diamètre subit moins d'usure que deux câbles équivalents, de diamètre bien moindre.

Les travaux de la première section sont actuellement terminés, et ceux de la seconde sont assez avancés, sous l'habile direction de M. Braegger, ingénieur du funiculaire; toutefois, on ne compte guère arriver au Col du Midi avant 1916. Le devis d'établissement atteint 3 millions, aussi les tarifs inscrits dans la concession sont-ils assez élevés : 16 francs pour l'aller et retour sur la quatrième section seule, et 27 fr. 50 sur la ligne entière. Les voitures de 20 places monteront à la vitesse de $2^{m},50$ par seconde, soit un transport de 75 personnes à l'heure.

* * *

En terminant, qu'il nous soit permis de regretter l'absence des constructeurs français dans cette branche nouvelle de l'industrie des constructions mécaniques : nous n'aurions pu en nommer aucun dans la revue que nous venons de passer des funiculaires à voyageurs existants. Il serait fâcheux que notre industrie laissât à l'étranger le monopole de ces installations qui seront certainement, d'ici peu d'années, aussi usitées que les funiculaires sur rails et les chemins de fer à crémaillère.

A. des Chaumes,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

REVUE DE ZOOLOGIE (VERS)

La présente revue est consacrée aux travaux concernant les Vers publiés au cours des années 1909, 1910 et 1911. Plus d'un millier de notes ou de mémoires relatifs à l'embranchement si hétérogène des Vers ont paru durant cette période. La liste seule des titres des ouvrages aurait une étendue beaucoup plus considérable que l'ensemble des brèves notices présentées ici. Il fallait faire un choix : il ne sera question ni de précis ou de manuels, ni de cytologie pure (ces travaux sont l'objet d'analyses spéciales), ni de polémique. En général, il ne sera mentionné que les œuvres originales de quelque étendue intéressant directement la Zoologie ou la Biologie générale. Les mémoires ont été groupés, non d'après leur date de publication, mais d'après leur nature.

I. — Vers proprement dits.

§ 1. — Plathelminthes.

A. *Turbellariés.* — Un Rhabdocœle qui vit dans l'estomac du *Cardium edule*, le *Paravortex cardii*, a été l'objet d'une importante monographie de P. Hallez, qui a étudié la biologie, la morphologie, l'histologie et l'embryogénie de ce curieux parasite vivipare. — Le même auteur a décrit un nouveau type d'Allœocœle (*Bothriomolus constrictus*) du Portel, dont les exemplaires, à maturité sexuelle au printemps, ont 5 à 6 millimètres de longueur; en été, moitié plus petits, ces animaux se tiennent cachés dans la boue qui recouvre les pierres. — Le même zoologiste fait connaître l'organisation d'un Bdelluroïde libre, de l'Antarctique, différant surtout par l'appareil sexuel femelle des ectoparasites *Bdellura* et *Syncolidium*, et il signale, chez les Polyclades de l'Antarctique, l'absence de glandes accessoires aux gonoductes; à la place de ces glandes, la partie dorsale de chaque ovaire sécrète un produit éosinophile qui enveloppe l'œuf.

E. Bresslau a suivi le développement de la *Convoluta roscoffensis* depuis la ponte. La segmentation commence par la formation de 2 blastomères inégaux, d'où se détachent 2 micromères par division léiotrope; une nouvelle division déxiotrope conduit au stade de 8 blastomères. Tandis que, chez les Acœles, l'œuf se divise une fois seulement en 2 blastomères, chez les Polyclades, il y a une double division en 4 blastomères. A part cette différence, il existe, dans les deux groupes, une concordance frappante dans les premiers processus du développement, ce qui tient, suivant E. Bresslau, à leur commune origine. L'auteur pense que le mode de division des Acœles est le plus primitif, car rien dans le développement de ces Vers n'indique de régression ni de néoténie.

A Woods Hole, E. Linton a trouvé, abondamment en certains points, un Rhabdocœle nouveau (*Graffilla gemellipara*) qui vit sur les branchies du *Modiolus plicatulus*.

Parmi les Turbellariés rapportés par la *Belgica*, L. Böhmig a reconnu un Acœle d'un genre nouveau (*Rimicola*) et trois espèces de Triclades du genre *Procerodes*. Le nombre des espèces de *Procerodes* des mers antarctiques et subantarctiques s'élève à

50 °/₀ environ de celui des espèces connues.

Une monographie très étendue a été consacrée par J. Wilhelmi à l'étude des Triclades marins de la région de Naples. L'auteur traite successivement, au sujet de ces Vers, de la faune, de la biologie, de l'anatomie, de l'histologie, de la systématique avec clefs de détermination et synonymie, de la distribution géographique et enfin de la phylogénie.

On doit à A. Weiss une importante contribution à la connaissance des Turbellariés d'Australie.

B. Wahl a publié en 1910 la troisième partie, consacrée au genre *Collastoma*, de ses recherches sur les Turbellariés parasites de la famille des *Dalyellidæ* (*Vorticidæ* de Graff). Il fait remarquer la corrélation étroite entre les Turbellariés parasites et la position systématique de leurs hôtes respectifs. Ex. : les *Collastoma* ne vivent que dans le tube digestif des Géphyriens, les *Anoplodiscus*, dans la cavité générale des Holothuries, etc. Il divise les Dalyellidæ en deux sous-familles : les *Umagillidæ* et les *Dalyellidæ* s. st., auxquels appartiennent les genres primitifs sans vagin, à vitellogène et germigène encore incomplètement séparés.

Dans sa revision des Turbellariés de la Suisse, P. Steinmann signale treize espèces et deux variétés de Triclades pour lesquelles il donne, outre des détails anatomiques, des diagnoses complètes et des tableaux de détermination.

L'étude des Turbellariés de la partie orientale des Etats-Unis de L. von Graff fait connaître, outre de nombreuses espèces nouvelles, deux nouveaux genres d'Acœles, un de Rhabdocœle et deux d'Allœocœles. Toutes ces formes sont décrites d'une façon approfondie.

L. Löhner et H. Micoletzky ont étudié minutieusement l'organisation de deux nouvelles formes pélagiques d'Acœles du golfe de Trieste : *Convoluta pelagica* et *Monochœrus illardatus*.

Suivant W. A. Kepner, les nématocystes des *Microstoma* ne peuvent provenir que des Hydroïdes mangés par ces Turbellariés.

P. de Beauchamp a découvert un nouveau Turbellarié d'eau douce (*Archiloa rivularis*) qui appartient au groupe des Crossocœles de Graff, presque tous marins. — H. H. Seidl décrit plusieurs Triclades nouveaux des lacs de l'Asie centrale et I. Ikeda fait connaître une nouvelle planaire terrestre de Ceylan, voisine de *Dolichoplanus*, mais dont les canaux sexuels ressemblent beaucoup à ceux des *Artiocotylus*.

Les mouvements périodiques des *Convoluta*, qui ont donné lieu à tant d'observations intéressantes de divers auteurs et notamment de G. Bohn, ont été de nouveau suivis par H. Piéron qui a cherché à analyser les divers facteurs intervenant dans le phénomène en question (lumière, pesanteur, mouvement des vagues, etc.).

Quels sont les effets de la faim sur les divers organes des Planaires d'eau douce? C'est ce qu'a tenté de déterminer J. Berninger ; en même temps cet auteur a cherché à fixer le temps nécessaire à des individus soumis à de longs jeûnes pour reprendre leur taille primitive.

Après une étude très poussée des cellules intestinales des Planaires, C. Saint-Hilaire a cherché les processus de la digestion intracellulaire chez ces animaux et les conditions physiques et chimiques qui doivent être réalisées pour que ces processus aient lieu.

L'aptitude remarquable des Turbellariés à la régénération continue à susciter de nombreux travaux. Au sujet de la corrélation entre la régénération et la multiplication asexuée, J. Wilhelmi attribue la polypharyngie des Planaires à des causes tératologiques, ce contre quoi s'élève P. Steinmann qui, de son côté, s'est occupé spécialement de la régénération chez la *Planaria gonocephala*, en pratiquant des incisions transversales en différentes régions du corps et des incisions longitudinales médianes aux deux extrémités. Pour lui, les facteurs déterminant les caractères des tissus régénérés sont à chercher, non dans les parties d'organes rencontrées par la section, mais dans le rapport de grandeur entre les parties séparées par la section et celles du corps restées intactes. — V. H. Keiller étudiant histologiquement la régénération à l'extrémité postérieure de courts fragments céphaliques de la *Planaria simplicissima*, constate des phénomènes d'hétéromorphose dans tous les organes. — S. J. Holmes divise la *Planaria maculata* en quinze à vingt morceaux, les individus régénérés en plusieurs morceaux, puis ceux-ci après leur régénération, et ainsi de suite, jusqu'à la limite où la régénération complète des fragments ne se fait plus. Il constate que la forme normale peut se reconstituer jusqu'à 1/1.000 et même 1/1.500 de la grandeur habituelle. Certains organes (muscles, tube digestif) sont très réduits ou même absents (organes sexuels). — Des particularités que présente la régénération du corps chez la *Planaria dorotocephala*, C. M. Child, qui a longuement étudié cette question, croit pouvoir conclure que chaque individu de cette espèce se compose de deux zoïdes, un antérieur et un postérieur beaucoup plus court. Il a observé également la régénération de cette Planaire dans divers milieux anesthésiants (alcool 1,5 °/₀, éther 0,4-0,5 °/₀, chlorétone 0,025-0,0375 °/₀). La régénération est retardée dans ces divers milieux ; les parties régénérées demeurent plus petites et plus faibles que dans l'eau pure. Le

même auteur considère le système nerveux central comme un facteur important dans les phénomènes de régénération chez les Polyclades. Il montre en outre l'influence dominante, au point de vue physiologique, de l'extrémité antérieure du corps sur l'extrémité postérieure dans les phénomènes de régénération chez ces Planaires. En collaboration avec E. V. M. Mac Kie, il étudie la formation anormale des yeux (teratophthalmic forms) et celle des organes céphaliques (teratomorphic forms) chez les individus régénérés de *Planaria dorotocephala*.

B. *Némertiens*. — Environ 55 °/₀ des *Cyprina islandica* de la Baltique occidentale sont parasités par la *Malacobdella grossa*, dont G. Gering a fait une étude approfondie.

Le *Valdivia* a rapporté quatre espèces littorales et sept espèces de mer profonde de Némertiens, d'après l'important mémoire de O. Bürger. De l'analyse minutieuse des caractères communs à ces animaux de mer profonde, il paraît résulter nettement — et c'est là un fait dont l'auteur souligne la portée — qu'ils dérivent tous du genre *Drepanophorus*.

R. C. Punnett et C. F. Cooper ont fait connaître un certain nombre de formes nouvelles de Némertiens de l'Océan indien oriental. — G. Wijnhoff, après avoir longuement étudié les différentes espèces du genre *Cephalothrix*, montre la place de ce genre dans la classe des Némertiens.

D'après P. Hallez, le *Prostoma lumbricoideum*, qui vit dans les eaux douces, s'enkyste quand les conditions de milieu deviennent mauvaises; il pond deux sortes d'œufs : des œufs d'hiver, dont chacun donne naissance, au bout de dix à douze jours, à une jeune Némerte, et des œufs d'été, plus nombreux et qui, probablement, se développent lentement.

Chez un *Cerebratulus* de la mer de Barentz étudié par C. Davidoff, la tête, coupée immédiatement en arrière de la bouche, régénère tout le corps. La rapidité de la régénération tient à diverses causes : température, âge de l'animal, etc. La régénération se fait suivant la loi de Barfurth, perpendiculairement à la surface de section. L'auteur a suivi la régénération de la trompe, du tube digestif, des tissus parenchymateux et nerveux.

Seul ou en collaboration avec J. Nusbaum, M. Oxner a étudié la régénération chez divers Némertiens et en particulier chez le *Lineus ruber* et le *Lineus lacteus*. Ils ont, en particulier, observé l'influence, sur ce phénomène, de divers facteurs : température, nourriture, concentration saline, lumière. — Les mêmes auteurs décrivent les processus histogéniques caractérisant la régénération du tube digestif chez les fragments sans tube digestif du *Lineus lacteus*. Au sujet du *Lineus ruber*, ces deux auteurs traitent des processus internes de la régénération des fragments sans tête.

C. *Trématodes*. — Dans la première partie de ses études sur la phylogénie des Trématodes, D. Th. Ssinitzin voit la première indication d'un ovaire (*ovarium diffusum*) chez les Sporocystes et les Rédies, là où les ovules ne se distinguent que difficilement des cellules somatiques voisines. Lorsque les cellules sexuelles se localisent étroitement, il se forme un *ovarium circumscriptum*, soit dans la paroi du corps (*ovarium stationare*), soit indépendant, flottant dans la cavité du corps (*ovarium erraticum*). L'auteur s'élève vivement contre les zoologistes qui parlent de division et de bourgeonnement chez les Sporocystes. Pour lui, Sporocystes et Rédies naissent par voie sexuée, parthénogénétiquement ou pédogénétiquement. L'auteur est conduit à séparer les Trématodes des Plathelminthes et à les rattacher aux ancêtres des Crustacés inférieurs. — Dans un second mémoire relatif aux *Gasterostomidæ*, il déclare que le tube digestif qui subsiste est une néo-formation, que ces animaux ne sont pas pourvus, comme leurs soi-disant ancêtres, les Turbellariés, d'une bouche « primaire », leur appareil digestif étant une formation « secondaire ». — Dans un troisième travail, le même auteur décrit la *Cercaria plicata* dont la structure rappelle celle du *Tetracotyle* de Brandes; pour lui, il y a vraisemblablement dimorphisme dans les larves des *Distomidæ*. En ce qui concerne la phylogénie des Trématodes, l'auteur condense son opinion dans ces deux propositions : 1° l'hétérogonie, chez les Trématodes, naquit du parasitisme; 2° le premier hôte des Trématodes fut un Mollusque dans lequel la génération asexuée vivait en parasite, tandis que la génération sexuée menait une vie libre; la dernière passa plus tard passivement en parasite chez les Vertébrés.

Chez le *Temnocephala fasciata* étudié par W. A. Haswell, l'ovule situé au milieu de cellules vitellines donne lieu, en se segmentant, à un blastoderme irrégulier orienté suivant l'axe longitudinal futur du Ver. Il se fait un endocœle; au moment de sa plus grande extension, apparaît la première indication du cerveau et, en même temps, l'ébauche paire du système excréteur, dont l'auteur a suivi le développement, de même que celui du tube digestif, de l'épiderme et des organes sexuels dans les premiers stades.

L. R. Cary a fait connaître l'évolution du *Diplodiscus temporatus*, parasite de divers Batraciens de l'Amérique du Nord. Le début du mémoire est consacré à l'animal adulte, aux Sporocystes, aux

Rédies, aux Cercaires, à la dissémination des œufs, à l'enkystement; puis viennent la formation et la maturation de l'œuf parthénogénétique, la segmentation et enfin le développement des feuillets germinatifs et celui des Cercaires.

W. Nicoll a entrepris, sur les Trématodes digénétiques, des recherches anatomiques et histologiques étendues, de grande importance pour la classification de ces animaux. L'auteur décrit nombre de formes inédites, dont plusieurs genres nouveaux, crée de nouvelles sous-familles et remanie profondément la classification de ces Trématodes.

Dans le cerveau de *Phoxinus lævis* et particulièrement dans les 3e et 4e ventricules, se loge un *Tetracotyle* nouveau étudié par F. Mataré; l'adulte appartient aux *Diplostomidæ*.

T. Odhner a étudié un Trématode aberrant (*Stichocotyle nephropis* Cunn.) vivant dans les voies biliaires de la *Raja clavata*. — Il a trouvé, dans les veines intestinales du *Larus fuscus*, les deux sexes dépourvus de ventouses et d'armature cutanée d'une forme nouvelle (*Gigantobilharzia acotylea*). — Le même auteur a profondément retouché la classification des Trématodes digénétiques et critique d'une façon excessivement vive les travaux de Ssinitzin.

Le cerveau, le trajet des principaux troncs nerveux, la structure des deux paires d'yeux du *Polystomum integerrimum* ont été décrits en détail par J. André.

H. L. Osborn a découvert dans le tube digestif d'un Poisson du Michigan (*Micropterus*) un Distome aberrant (*Cryptogonimum chyli*), dont les affinités obscures le rapprochent peut-être des *Cœnogonominæ*. — Le même auteur a étudié les hôtes intermédiaires et la distribution géographique, aux États-Unis et au Canada, du *Clinostomum marginatum*, dont l'hôte définitif est l'*Ardea herodias*.

Les *Monostomidæ* font l'objet d'un mémoire étendu de W. Kossack. La première partie est consacrée aux *Cyclocœlidæ*, la seconde aux *Notocotylidæ*. La description des espèces est accompagnée de nombreux détails anatomiques.

A. Schellenberg décrit en détail l'ovogénèse, la maturité de l'œuf et la fécondation chez la *Fasciola hepatica* L. Dans la partie générale, il insiste sur le rôle des chromosomes dans la conjugaison et rapproche les faits qu'il a observés de ceux du même ordre que Goldschmidt a relatés chez le *Zoogonus mirus*.

Il faut mentionner également les travaux de E. Linton sur les Trématodes parasites des Poissons et des Tortues; de J. Johnston sur les Trématodes parasites et les maladies qu'ils causent chez les Poissons; de F. S. Monticelli sur un Trématode nouveau (*Calniella craneola*), ectoparasite de l'*Alebion carchariæ*; de J. W. W. Stephens sur un nouveau parasite du *Chelone mydas*; de K. Miestinger sur l'anatomie et l'histologie du *Nephrocephalus sessilis*, parasite de l'œsophage du *Crocodilus niloticus*; de R. Dollfus sur l'appareil néphridien de deux Cercaires parasites du *Donax vittatus*, etc.

D. *Cestodes*. — Une importante contribution à nos connaissances relatives à la famille des *Davaineidæ* a été publiée par O. Fuhrmann, qui ne décrit pas moins de 27 espèces nouvelles. — Le même auteur a étudié l'abondant matériel rapporté par l'Expédition suédoise en Egypte et au Nil Blanc. Parmi les 39 espèces, il y en a 18 nouvelles dont 2 ont nécessité la création de deux genres nouveaux.

Br. H. Ramson a fait une œuvre très utile et très méritoire en dressant, pour les Oiseaux de l'Amérique du Nord, un synopsis des *Tænioidea*, avec clef pour la détermination des genres, diagnoses des familles, sous-familles, genres et liste des espèces et des hôtes.

De l'étude approfondie de deux espèces du genre *Gyrocotyle*, E. E. Watson a tiré des conséquences très intéressantes pour les Cestodes en général et pour leur phylogénie en particulier. Le système nerveux de la rosette des *Gyrocotyle* est homologue de celui des Cestodes mérozoïques; la rosette ressemble au scolex de beaucoup de Tetraphyllidæ. L'acetabulum ne sert pas à la fixation; son système nerveux est très peu semblable à celui de la rosette.

La première partie du travail de F. E. Beddard sur l'anatomie et la systématique des Cestodes est composée de l'étude de quelques Cestodes de Mammifères (*Oochoristica* parasite du *Tamandua tetradactyla*; *Thysanotænia gambianum*, du *Cryccetomys gambianus*; *Anoplotænia lemuris*, du *Lemur macaco*, etc.).

T. H. Johnston a fait connaître plusieurs Cestodes nouveaux et, en particulier, le *Bancroftiella* n. *tenuis* n., parasite du *Macropus nalabatus* et voisin du genre *Monopylidium*.

En revisant le genre *Stilesia*, L. H. Gough fonde pour le *St. centripunctata* le nouveau genre *Avitellina*; ces deux genres constituent la famille des *Avitellininæ*.

W. Spätlich a décrit deux espèces nouvelles du genre *Tetrabothrium* et a étudié d'une manière complète l'anatomie de ces Cestodes : ventouses, musculature si complexe du scolex, organes sexuels, système nerveux, appareil excréteur, cellules vitellines et ovules.

Une curieuse malformation chez les proglottis de *Dipylidium caninum* et ceux de l'*Hymenolepis erinacei* est signalée par N. Léon; ce sont des fenêtres qui se montrent sur les côtés des proglottis et qui sont causées par un développement excessif de l'utérus.

R. Blanchard fonde le genre *Cotylorhipis* pour le *Tænia furnarii* ; il complète les données anatomiques fournies par Del Pont sur ce Cestode. — C. Janicki décrit l'anatomie de l'*Inermicapsifer hyracis* et de l'*I. interpositus* et revise les autres Cestodes des *Procavia*. — G. R. Larue expose les principaux résultats de la revision de la famille des *Proteocephalidæ* et fait connaître nombre de formes nouvelles.

Dans un bourgeon de *Cysticercus longicollis* parasite de l'*Arvicola amphibium*, H. Glaser a suivi pas à pas la formation de l'extrémité antérieure du scolex, le développement du ménisque, l'invagination du bourgeon creux et sa croissance dans la vésicule du cône rostellaire, l'évolution du bulbe, du bourrelet musculaire, des suçoirs et des crochets.

Il semble résulter des expériences de W. Curtis, à Woods Hole, que le *Scolex polymorphus* serait la larve du *Phoreiobothrium triloculatum*.

Après de nombreuses expériences, M. Southwell conclut que le Ver des perles, à Ceylan, est le *Tetrarhynchus unionifactor*, que l'on trouve chez tous les Elasmobranches qui se nourrissent d'Huîtres perlières. — Le même auteur a recherché les Cestodes des Téléostéens mangeurs de Mollusques à Ceylan ; il décrit 9 espèces nouvelles, dont 2 deviennent les types de genres nouveaux.

Dans son étude expérimentale de l'échinococcose, F. Dévé constate la résistance des œufs du *Tænia echinococcus* aux basses températures; ces œufs, maintenus entre — 1° et + 1° C., étaient encore capables de produire une infection au bout de cent quatorze jours. Il fait connaître l'histogénèse du kyste hydatique; montre que la veine porte est la principale, sinon la seule voie d'entrée de l'embryon hexacanthe dans le foie. Il trouve chez un Singe deux vésicules d'Echinocoque sous le péritoine, mais provenant du foie, et il signale deux cas d'échinococcose ganglionnaire lymphatique du Mouton.

§ 2. — Nématodes.

Outre de précieuses données morphologiques, histologiques et embryogéniques, on trouve dans le mémoire de M. Rauther sur la morphologie et les affinités des Nématodes, de très intéressantes considérations d'ensemble sur ces Vers. Il examine les rapports des Nématomorphes avec les Nématodes, signale la ressemblance des larves de *Gordius* avec les Echinodères, les Gastrotriches, les Tardigrades, les Pentastomes et même les larves de Diptères ; il y a également des similitudes dans l'appareil copulateur chez ces animaux. Après avoir fait remarquer que rien dans l'histoire des Nématodes ne permet de les rattacher sûrement à d'autres types de Vers, il rappelle qu'on observe chez eux des traits qui font songer aux Arthropodes. Il conclut en disant qu'on arrivera peut-être à détacher des Arthropodes ceux des groupes cités plus haut qui leur sont incorporés actuellement et qui ont des caractères ancestraux. [Dans son *Traité de Zoologie*, Ed. Perrier a, depuis longtemps déjà, rapproché les Nématodes des Arthropodes.]

L. Jammes et A. Martin, comparant les températures de développement des œufs de Nématodes parasites à celles des Vertébrés supérieurs, cherchent à expliquer comment ces Vers ont pu graduellement s'adapter à la température de leurs hôtes. — Ils examinent, en outre, le rôle de la chitine dans le développement des Nématodes.

La deuxième partie de la monumentale monographie de A. Looss (*The Anatomy and Life History of Agchylostoma duodenale*) est consacrée au développement du parasite durant sa vie libre. Après avoir exposé ses idées sur les principes de la classification naturelle, de celle des Nématodes et enfin de celle des *Agchylostomidæ*, qu'il divise en deux sous-familles (*Agchylostominæ* et *Bunostominæ*), l'auteur suit, pas à pas et dans le plus grand détail, le développement à partir de l'œuf jusqu'à la maturité de la larve; puis il discute longuement (avec l'historique complet) le mode d'infection. Le plus généralement, la larve pénètre entre les cellules épidermiques ou dans les follicules pileux, pour gagner rapidement, en général, les conduits sanguins ou les lymphatiques. La troisième mue ne s'accomplit que dans le tube digestif de l'hôte. Les larves répandues dans les tissus restent probablement vivantes pendant des années, au grand dommage de l'hôte.

Chez le *Conepatus suffocans* vit l'*Agchylostoma conepati* (proche parent de l'*A. caninum*), que E. Solanet a étudié d'une manière approfondie. — G. de Faria a fait connaître une autre espèce du même genre (*A. brasiliense*), parasite de l'intestin grêle du Chien et du Chat.

Dans un travail qui rendra les plus grands services, K. Marcinowski rappelle les caractères morphologiques et biologiques des Nématodes parasites ou semi-parasites des plantes. L'auteur insiste particulièrement sur la valeur systématique des dimensions des parasites, les caractères de la cavité buccale et des épaississements cuticulaires.

La troisième partie de l'important travail de R. Goldschmidt sur le système nerveux de l'*Ascaris megalocephala* est consacrée à la glia, aux cellules

ganglionnaires, aux fibres nerveuses, aux neurofibrilles et à l'innervation des muscles.

E. Martini décrit la structure intime de la sous-cuticule et des champs latéraux de divers types de Nématodes. Dans les considérations générales qui terminent le travail et qui intéressent toute la classe des Nématodes, il s'élève en particulier contre le groupe artificiel des *Strongylidæ*. A ce sujet, il faut rappeler que L. A. Jägerskjöld regarde les *Eustrongylidæ*, avec leurs trois genres (*Eustrongylus*, *Eustrongylides*, *Hystrichis*), comme une famille bien distincte, qui n'a rien à faire avec les *Strongylidæ*. — Le même auteur a étudié la morphologie, l'anatomie et l'histologie des Nématodes rapportés de l'Egypte et du Soudan par l'Expédition suédoise et dont un certain nombre sont nouveaux.

Cependant, A. Raillet et A. Henry se sont appliqués à établir une classification rationnelle des *Strongylidæ* qu'ils divisent en *Metastrongylinæ* et en *Ankylostominæ*, dans lesquels ils distinguent cinq groupes. Un certain nombre de genres attribués aux *Strongylidæ* ne peuvent prendre place dans cette classification. — Les mêmes auteurs décrivent plusieurs espèces du genre *Thelazia* parasites de l'œil des Mammifères. — Ils divisent les Ascarides des Carnivores en deux genres : *Belascaris* et *Toxascaris*.

Dans l'abdomen de la *Blatta orientalis* d'Algérie, L. G. Seurat a trouvé des larves enkystées de Nématodes; des larves semblables existent aussi chez le *Blaps Strauchi*; les adultes de cette larve (très probablement de *Spirura talpæ* Gmelin) vivent dans l'estomac de l'*Erinaceus algirus*.

Le *Strongylus pinguicola*, d'après J. Hellemans, parasite le *Sus scrofa* à Java; l'auteur décrit l'organisation de ce Nématode, dont les larves pénètrent dans l'hôte par la nourriture et la boisson, traversent le tube digestif, entrent dans le torrent circulatoire pour gagner de là les lieux d'élection du parasite (graisse abdominale, conduits urinaires, etc.).

P. Cappe de Baillon publie une étude des fibres musculaires d'Ascaris (principalement de l'*Ascaris megalocephala*). Dans la première partie de ce travail, il n'est question que des fibres pariétales, dans lesquelles il distingue le fuseau, la panse et un ou plusieurs bras.

Chez le *Lagopus scoticus* (Red Grouse), il existe un certain nombre de Cestodes et de Nématodes qui ont été étudiés au point de vue de la morphologie, de l'anatomie, de la biologie et du développement par A. E. Shipley.

On doit à Ch. W. Stiles une revision approfondie au point de vue systématique du genre *Filaria* Müller; à J. G. de Man, de nouvelles données anatomiques sur les Anguillules, en particulier sur celle du Vinaigre; à E. von Daday, la connaissance des Nématodes libres d'eau douce de l'Afrique orientale allemande; à F. A. Potts, des renseignements inédits sur l'hermaphroditisme de diverses espèces de Nématodes libres des genres *Diplogaster* et *Rhabditis*; à C. Mathis et M. Léger, la description de nouvelles Microfilaires sanguicoles d'Oiseaux du Tonkin, dont les adultes sont inconnus; à J. A. Gilruth et G. Sweet, la description anatomique de l'*Onchocerca Gibsoni* qui parasite le *Bos taurus* d'Australie et qui, suivant J. B. Cleland et T. H. Johnston, pourrait être la cause de nodules sous-cutanés semblables à ceux du Bœuf et qu'ils ont observés chez le Chameau.

N. M. Stevens a étudié l'effet des rayons ultraviolets sur le développement des œufs de l'*Ascaris megalocephala*; sur l'œuf entier, non divisé, pendant un temps plus ou moins long; sur l'un des deux premiers blastomères; sur l'un des quatre premiers. Les résultats obtenus sont différents suivant le cas. L'exposition à ces rayons pendant une durée d'une demi-heure à trois heures cause des irrégularités dans les divisions cellulaires et aboutit à la formation d'embryons allongés avec trop ou trop peu de cellules. — Au même ordre de recherches se rattachent les expériences de P. Hertwig sur les changements produits par les radiations du radium sur les figures de division du noyau de l'œuf d'*Ascaris megalocephala*.

Outre les travaux de M. Romieu sur la spermatogénèse chez l'*Ascaris megalocephala*, où il insiste sur la valeur de la réduction plasmatique dans la spermatogénèse, il faut citer ceux d'E. Bataillon sur l'étude expérimentale de la karyocinèse dans les œufs de l'*Ascaris megalocephala*; ceux de F. Meves, sur les « plastochondries » durant la fécondation; de G. Retzius sur la structure et le développement de l'œuf de l'*Ascaris magalocephala*; de Th. Boveri et de W. Schleip sur les chromosomoses sexuels du *Rhabdonema nigrovenosum*, etc.

§ 3. — Acanthocéphales.

Le développement des larves du *Pomphorhynchus lævis* Zœga (*Echinorhynchus proteus* West.), parasites de la *Tinca vulgaris*, a été étudié expérimentalement par G. C. Riquier chez le Brochet (*Esox lucius*); la maturité sexuelle est atteinte au bout de soixante-cinq jours; le maximum de taille, vraisemblablement au bout de trois mois environ.

B. Vosz a suivi les changements qui se produisent dans le noyau et dans le plasma pendant la croissance de l'œuf de l'*Echinorhynchus proteus*.

§ 4. — Chétognathes.

R. von Ritter-Zahony, dans le matériel rapporté par l'Expédition allemande dans la mer Blanche

septentrionale, n'a trouvé aucune espèce particulière à cette mer. — Dans son mémoire relatif aux Chétognathes de la « Plankton-Expedition », partiellement étudiés par Strodtmann et Steinhaus, il s'occupe de la distribution quantitative de ces animaux dans l'Atlantique et se demande où se fait la ponte et où sont parcourus les premiers stades du développement. — Le même auteur, après avoir étudié les Chétognathes de l'Expédition antarctique allemande, a entrepris la revision des espèces connues de ces Vers pélagiques et étudié leur distribution géographique et leur répartition en profondeur.

A. Mottchanoff fait connaître l'anatomie de deux espèces nouvelles de Chétognathes. Il nie la parenté des Chétognathes, soit avec les Mollusques, soit avec les Nématodes; il les rapproche des Annélides: ce sont, d'après lui, des Vers cœlomatiques à deux segments.

La formation des cellules sexuelles primitives, le mode de développement de l'œuf chez la *Sagitta* ont été longuement étudiés par W. Elpatiewsky. D'autre part, N. M. Stevens a suivi attentivement les détails de la reproduction chez la *Sagitta elegans*, depuis le moment où l'œuf s'engage dans l'oviducte. Il insiste particulièrement sur le rôle des deux cellules accessoires de la fécondation.

Enfin, P. Buchner a étudié d'une façon approfondie la structure de l'ovaire, la maturation, la fécondation, l'ovogénèse et la spermatogénèse chez les *Sagitta*. Cet important mémoire se termine par l'examen critique des observations et recherches se rapportant au même objet et dues à Weismann, Ishikawa, Grobben, Hæcker, Silvestri, etc., et discute le rôle de la chromatine dans tous ces processus.

§ 5. — Géphyriens.

R. Bledowski décrit l'anatomie de la *Bonellia viridis* et ensuite le développement de l'ovule jusqu'à la formation du follicule, l'autotomie, la régénération, la respiration et indique les conditions dont dépend la taille. Il crée pour cet animal une classe spéciale, voisine de celle des Annélides. — Ikeda fait connaître un nouveau Géphyrien de mer profonde (*Acanthohamingia*), voisin de la Bonellie. Les mâles, nains et parasites, ressemblent à ceux de l'*Hamingia ijimai*.

Un ordre nouveau de Géphyriens, voisin de celui des Priapulidés, est créé par F. H. Stewart pour l'*Investigator* n. *sicarius* n.

Le *Pelagosphæra* de Mingazzini, larve de Géphyrien, a été retrouvé par H. Heath, qui confirme les observations de Spengel au sujet de cette larve. — G. Paul a décrit morphologiquement et anatomiquement le *Petalostoma minutum*, synonyme, selon lui, de *Phascolosoma sabellariæ*, *Phascolosoma improvisum* et *Onchnesoma Sarsii*.

A la fin de son mémoire sur les Priapulidés et les Sipunculidés rapportés par l'Expédition antarctique suédoise, Hj. Théel examine le problème de la bipolarité. En ce qui concerne les Priapules, il admet que, primitivement, les espèces de ce genre étaient répandues sur toute la surface de la Terre, que les formes des mers chaudes et des mers tempérées sont mortes, que celles de l'Arctique et de l'Antarctique, résidu de cette faune cosmopolite, présentent des analogies, par le fait qu'elles ont des parents communs.

§ 6. — Rotifères.

Les formations tégumentaires et l'appareil digestif des Rotifères ont été, de la part de P. de Beauchamp, l'objet de recherches approfondies qui l'ont conduit à des conclusions intéressantes. L'appareil rétro-cérébral aurait été, à l'origine, une glande paire qui, chez les espèces les plus élevées en organisation, consiste en un sac à contenu vacuolaire et une glande acidophile et mucinoïde; celle-ci n'a vraisemblablement qu'un rôle excréteur; dans quelques cas, munie d'un corps réfringent, elle se comporte peut-être comme un œil; chez beaucoup d'espèces, elle est en voie de régression. L'auteur cherche à établir des corrélations entre les organes qu'il a étudiés et le degré d'évolution des types correspondants et à fixer la morphogénie et la systématique du groupe. En dehors des Gastrotriches, les Rotifères n'ont, d'après l'auteur, aucune parenté étroite avec les autres groupes.

G. Hirschfelder a publié une contribution importante à l'étude histologique des Rotifères, particulièrement à celle de l'*Eosphora*.

Parmi les plus importants ouvrages de faunistique, il faut citer ceux de O. J. Lie-Pettersen sur les Rotifères d'eau douce de Norvège (156 espèces connues dans ce pays); de N. von Hofsten, sur ceux de Mästermyr (Gothland) et de quelques lacs ou étangs de Suède (132 espèces, dont 83 de Mästermyr, 166 espèces d'eau douce ou de mousse connues en Suède); de von Daday, sur ceux de l'Afrique orientale allemande (98 espèces); de Ch. F. Rousselet, sur ceux des trois grands lacs de l'Afrique centrale (37 espèces) et sur ceux de l'île Clare (109 espèces, sans les Bdelloïdes); de J. Murray, sur les Bdelloïdes de l'île de Clare (49 espèces) et sur celles de l'Expédition Shackleton, et de I. Iroso, sur les Rotifères du lac-cratère d'Astroni (49 espèces).

M. H. Jacobs a observé les effets de la dessiccation sur la *Philodina roseola* et mis en lumière l'influence, au point de vue des effets produits sur l'animal, de la température, de la rapidité de la dessiccation, de l'humidité de l'atmosphère. A la

dessiccation succède d'ordinaire une période d'activité reproductrice.

Le passage de la reproduction parthénogénétique à la reproduction sexuelle a été obtenu chez l'*Hydatina senta* par A. Shull, qui a remarqué que le nombre des producteurs de mâles peut tomber à 0 si les animaux sont maintenus dans l'eau de vieilles cultures, d'où tous les Protozoaires ont été extraits par filtration. L'auteur discute longuement les opinions et les expériences de ses prédécesseurs. — Le même auteur a étudié l'influence de la température et de diverses substances (ammoniaque et sels ammoniacaux, extrait de viande, etc.) sur la proportion relative des formes parthénogénétiques et des formes sexuées chez le même Rotifère. — D. D. Whitney conclut, de ses nombreuses expériences sur le même sujet, que la production sexuelle mâle, dans les cultures fraîches, repose sur la présence, dans l'eau de culture, de substances chimiques déterminées. — Au même ordre de travaux se rapportent les recherches de A. Lange sur l'hétérogénèse de l'*Asplanchna Sieboldii*.

§ 7. — **Hirudinées.**

R. Lœser a étudié d'une manière très approfondie l'organe cilié des Hirudinées; il fait connaître la structure de cet organe, son rôle physiologique, ses relations avec les néphridies chez les *Glossosiphonidæ*, les *Herpobdellidæ* et les *Hirudinidæ*. Il compare le rôle des cellules coronales (Kronzellen) de l'organe cilié de ces deux derniers groupes à celui des urnes des Sipunculides.

Dans ses recherches sur la structure de la paroi du corps chez la Sangsue médicinale, L. Hachlov étudie successivement l'épiderme avec ses capillaires, les glandes cutanées, le tissu conjonctif et le pigment, le tissu botryoïde et la musculature. Il décrit également les organes de Bayer chez la *Clepsine sexoculata*, les sensilles et le développement des yeux chez l'*Hirudo medicinalis*.

La quatrième partie de ses recherches sur les Hirudinées est consacrée par N. A. Livanow au système vasculaire chez les genres *Acanthobdella*, *Piscicola*, *Protoclepsis*, *Hemiclepsis*, *Glossosiphonia* et *Pontobdella*.

En ce qui concerne le système nerveux, G. Ascoli a étudié le système nerveux sympathique des Hirudinées par la méthode de l'imprégnation à l'argent; W. Bialkowska et Z. Kulikowska se sont occupés de l'appareil Golgi-Kopsch des cellules nerveuses des Hirudinées et du Lombric; d'après ces auteurs, il ressemble beaucoup à celui qu'on observe chez les Vertébrés.

J. A. Scriban, après avoir fait connaître les Hirudinées qui vivent en Roumanie, étudie successivement le tégument, les fibres musculaires, le tube digestif, le tissu conjonctif et les cellules botryoïdes de ces animaux. — Le même auteur a décrit les cellules adipeuses de la *Pontobdella* situées dans le tissu fibrillaire, entre le tube digestif et la musculature sous-cutanée, et a pu mettre en évidence chez elles le parasome.

A. Oka a donné un synopsis des Hirudinées du Japon; sur les 31 espèces et 3 variétés, il y en a 14 nouvelles, dont l'auteur donne les diagnoses.

Dans son importante contribution à l'étude des Hirudinées d'Australie, E. J. Goddard fait observer que ces Vers représentent un groupe archaïque. Les *Rhynchobdellidæ* et les *Arhynchobdellidæ*, avec les Oligochètes, sont issus d'une même souche fort ancienne et n'ont fait que diverger depuis leur origine. — L'auteur s'est occupé également de la métamérie des Hirudinées, particulièrement dans la région postérieure du corps, et indique la distribution géographique de ces animaux, spécialement de ceux d'Australie.

L. A. Moltschanov a observé la façon de se comporter des jeunes Clepsines qui vivent un certain temps attachées à leur mère. H. Bolsius confirme et étend ces données. Il a vu une *Glossosiphonia* qui portait au moins 50 exemplaires jeunes et un *Hemiclepsis marginatus* qui en avait 92.

§ 8. — **Oligochètes.**

Le développement du système vasculaire sanguin des Oligochètes a été l'objet d'études très poussées de la part de S. Sterling. Tout ce système représente un schizocèle absolument indépendant du cœlome. Les parois des vaisseaux sont formées de mésoderme ou de mésenchyme secondaire. — A côté de ces recherches, il faut signaler celles de G. Buchanan sur l'appareil circulatoire de divers Oligochètes. Le même auteur a étudié aussi la glande accessoire du *Criodrilus saccarius* qui joue peut-être un rôle dans la formation du cocon.

D'après A. Combault, la respiration chez les Lombrics se ferait : 1° par la peau (particulièrement au niveau des 8e, 9e, 10e segments chez l'*Helodrilus trapezoïdes*, là où le tégument est très mince); 2° par les glandes de Morren, qui seraient des branchies internes et qui représenteraient une chambre branchiale périœsophagienne.

B. Haller a étudié l'histologie de la chaîne nerveuse ventrale des Lombriciens. Au sujet des fibres nerveuses géantes, il discute les opinions de Lenhossek et de Retzius. Il compare la chaîne nerveuse ventrale à la moelle épinière et émet des considérations générales sur le grand sympathique. Au même ordre de recherches se rattachent celles de L. Boule sur le système nerveux central des Lombriciens, celles de J. Hönig sur les fibres nerveuses géantes du *Criodilus lacuum* et

celles de J. Kowalski sur les neurofibrilles des Lombriciens.

Au cours de ses fructueuses recherches sur les Grégarines des Lombriciens, E. Hesse a suivi la formation des spermatozoïdes chez le *Lumbricus terrestris* et le *Pheretima rodericensis* et en a signalé les particularités. — I. B. J. Sollas signale chez le *Lumbricus herculeus* un cas de castration parasitaire causé par des Bactéries qui remplissent complètement les spermatocytes. — L. Cognetti de Martilis a trouvé chez un *Dichogaster italiensis* les quatre spermathèques hypertrophiées et remplies de jeunes larves de Nématodes.

F. Rosen a publié un intéressant mémoire sur les entonnoirs ciliés du *Lumbricus agricola* et sur l'organe lymphoïde. Chez les Hirudinées, le canal néphridien est séparé de l'organe cilié; il ne communique pas directement avec le cœlome, tandis que ces deux parties sont fusionnées chez les Oligochètes.

Dans un travail très étendu consacré aux Lombriciens des Indes et des régions voisines, W. Michaelsen considère successivement les limniques et les terrestres; il caractérise la faune lombricienne de chacun des districts fauniques, s'aidant de considérations géologiques et particulièrement des connexions anciennes de l'Inde avec les autres parties du globe. — Il faut signaler ici les travaux de H. Pointner sur les Oligochètes de la région de Graz; de J. Stephenson sur ceux du Punjab, où il décrit en particulier un nouveau Naïdien (*Lahoria*) qui a des appendices branchiaux dans la partie antérieure du corps, comme le *Branchiodrilus*; de L. Cognetti de Martilis, sur les Lombriciens du Cap Vert; de W. Evans sur ceux du Forth Area, etc.

A. Walter a étudié la luminosité de l'*Henlea ventriculosa*, produite par le mucus lumineux de glandes cutanées particulièrement nombreuses aux deux extrémités du corps, surtout en arrière.

Parmi les nombreux travaux relatifs à la régénération qui est prodigieusement active chez les Lombriciens, il faut rappeler ceux de J. Zielinska sur la régénération et ses processus à l'extrémité postérieure du corps de divers Oligochètes (*Eisenia*, *Helodrilus*, *Lumbricus*); de W. Harms, qui, après de nombreux essais, a réussi à obtenir de véritables bâtards en transplantant des ovaires, avec le tégument attenant, du *Lumbricus terrestris* sur l'*Helodrilus caliginosus*; de H. Leypoldt, qui a fait aussi des transplantations de diverses sortes chez les Lombrics et qui a suivi les phénomènes de résorption et de dégénérescence qui accompagnent les transplantations hétéroplastiques, etc.

§ 9. — Polychètes.

L'évolution de la *Nereis Dumerilii* a été l'objet d'une monographie très étendue de F. Hempelmann. Il désigne les jeunes provenant de la forme néréidienne sous le nom de *néréidogènes*, ceux de parents hétéronéréidiens, sous celui de *planctogènes*. Il décrit la larve néréidogène et la suit dans son développement, depuis le moment où la larve est encore couverte par la membrane de l'œuf, jusqu'à celui où elle a pris l'aspect de l'adulte, vers le quarante et unième jour, avec dix-sept sétigères. La larve planctogène nage au quatrième jour et quitte la vie pélagique de cinq à dix jours après la fécondation. La deuxième partie du mémoire est remplie par la croissance, l'œcologie, la métamorphose. La maturité peut être atteinte chez la forme néréidienne, chez de petites formes hétéronéréidiennes et aussi chez de grandes formes hétéronéréidiennes. Il y a enfin des formes hermaphrodites. La troisième partie est consacrée à l'essaimage des formes hétéronéréidiennes, où l'auteur rappelle l'histoire du Palolo et des formes semblables.

Après une description minutieuse de l'*Aricidea Jeffreysii*, A. Cerruti décrit les autres membres de la famille des *Paraonidæ* (*Levinsenidæ*), en particulier ceux du golfe de Naples. A la suite de considérations relatives à la systématique de ces Vers, il indique leur distribution géographique.

Les yeux énormes de l'*Alciopa Cantrainii* ont été étudiés par R. Demoll, qui croit reconnaître dans ces organes quelque chose qui ressemble à notre tache jaune et peut-être même une sorte d'accommodation assurée par le jeu de deux muscles antagonistes.

E. S. Goodrich confirme la découverte de Shearer concernant les solénocytes des *Dinophilus*, d'un type intermédiaire entre les cellules à flamme des Plathelminthes et les solénocytes des Polychètes. Les néphridies des larves de Polygordius, d'Echiure et de Phoronis ont également des solénocytes.

Chez la *Potamilla torelli*, F. Mesnil et M. Caullery ont observé des néo-formations papillomateuses qui sont remplies de cellules semblables aux *Monospora* des Daphnies et aux spores de l'*Haplosporidium potamillæ*. Les produits sexuels se développent également dans les segments infectés.

L. Ruderman a étudié la morphologie, l'anatomie et l'histologie de l'*Ephesia gracilis*. Elle admet, avec de Saint-Joseph, que les *Sphærodoridæ* se rattachent aux *Glyceridæ*.

L'étude d'un type nouveau et primitif de Sabellarien de Madagascar, le *Cryptopomatus Geayi*, a permis à Ch. Gravier d'interpréter la morphologie si singulière de la partie antérieure de ces Vers et d'indiquer les relations existant entre les divers genres de la famille qu'ils constituent. — Le même auteur signale l'incubation de certains Polychètes de l'Antarctique appartenant à des genres qui n'incubent pas dans les régions tempérées ou chaudes, le gigantisme chez certains types de ces

animaux et enfin le dimorphisme sexuel très accentué et très précoce d'un Capitellien nouveau de l'Antarctique, l'*Isomastus n. perarmatus n.*

Suivant I. Sokolow, le *Zeppelinia branchialis* se présente sous deux formes : une forme A, sans appendices, ni yeux, souvent avec des gonades ou des embryons et commencement d'autotomie; une forme B avec aires ciliées, de longs appendices pairs presque à chaque segment, des yeux, sans indication de division. Il y a des formes de passage. Il rattache les Ctenodrilides aux Cirratuliens. Il reconnaît que le *Raphidrilus nemasoma* de Monticelli est identique au *Zeppelinia branchialis* qui, dès lors, doit s'appeler *Zeppelinia nemasoma*.

Dans deux mémoires successifs, F. H. Gravely contribue fortement à étendre nos connaissances relatives aux larves de Polychètes, dont il donne un essai de classification.

H.-M. Fuchs a élevé des larves de *Nephthys* et de *Glycera* à partir de l'œuf fécondé artificiellement. La segmentation se fait normalement, mais les larves ne se laissent pas nourrir. Celles de *Nephthys* ne vivent pas plus de quatorze jours. La trochophore des *Glycera* est complète au bout de trois jours. — C. Shearer, qui décrit la structure et le développement de la trochophore de l'*Eupomatus uncinatus*, dit que la trochophore, telle que l'a fait connaître Hatschek, est celle des Serpulidæ, mais non celle de la plupart des autres Polychètes.

Dans ses nouvelles études sur le plancton de la baie d'Alger, C. Viguier décrit à fond la larve d'Hésionien trouvée par lui il y a quelques années, le Spionidien progénétique déjà sexuellement mûr au stade *Nectosoma*, et de curieuses formes pélagiques, un Phyllodocien, le *Pariospilus* n. *affinis* n., et un Aphroditien, le *Quetieria* n. *pelagica* n.

A. Malaquin a suivi pas à pas la croissance et les phases sexuelles de la *Salmacina Dysteri* qui présente presque toutes les formes de sexualité. La schizogonie correspond à l'âge moyen de l'individu; elle a lieu entre deux périodes sexuelles.

Après avoir étudié la formation des spermatophores chez l'*Arenicola cristata* et l'*Ar. Claparedii*, E.-R. Downing expose sa théorie de l'alternance de génération chez les animaux et il en fait l'application au cas de l'Arénicole lui-même

W.-C. Mac Intosh a publié en 1910 la seconde partie de sa vaste monographie des Annélides Polychètes des Iles britanniques (*Syllidæ*, *Nereidæ*, *Eunicidæ*, *Goniadidæ*, *Glyceridæ*, *Ariciidæ*). — J.-P. Moore décrit de nombreuses formes nouvelles (entre autres, l'*Eunice paloloides*) de Monterey Bay et de San Diego, et aussi les *Syllidæ*, *Sphærodoridæ*, *Hesionidæ* et *Phyllodocidæ*, draguées par l'*Albatross* sur les côtes de Californie, et les Polychètes dragués par O. Bryant sur les côtes du Labrador, de Terre-Neuve et enfin de la Nouvelle-Ecosse. — P. Fauvel a étudié les Polychètes récoltés dans le Golfe persique par N. Bogoyawlensky et ceux recueillis par le duc d'Orléans au cours de sa croisière dans les mers arctiques. — Dans le même ordre de recherches, il faut mentionner les mémoires de : H. Augener sur les Polychètes de Roscoff et qui signale un curieux fait d'incubation chez l'*Hipponoe Gaudichaudi*; de A. Malaquin et F. Carin sur les Tomoptérides des collections du prince de Monaco; de G.-A. Potts, sur les Palmyriens et les Aphroditiens de l'Océan indien; de R. Horst sur de nouvelles *Chloeia* et une sorte de *Palolo* de l'Archipel malais; de R. Southern sur les Polychètes des côtes irlandaises; de H.-J. Théel qui a achevé de décrire les Annélides de la frégate *Eugenia*; de I. Arvidsson sur les Maldaniens de l'Expédition antarctique suédoise; de F.-S. Monticelli sur le *Zeppelinia* (*Raphidrilus*) *nemasoma* n.; de P. de Beauchamp sur la *Nerilla antennata* pour laquelle il veut créer une famille spéciale, etc.

La série des études biologiques sur les Annélides tubicoles de Ch. W. Hargitt continue avec celle de l'*Hydroides dianthus*. La profondeur où vit le Ver et la nature du fond ont une très grande importance sur le «comportement» (!) de l'animal. Dans ses conclusions, l'auteur s'élève contre la théorie des « tropismes », qui n'explique pas, dit-il, les variations et les différences individuelles de « comportement » de ces animaux. — F. Kutschera a étudié la luminosité de l'*Acholoe asterícola*, qui est localisée dans les élytres. — T.-W. Galloway et P.-S. Welch ont observé la phosphorescence de l'*Odontosyllis enopla* (des Bermudes), chez le mâle, chez la femelle, isolément ou réunis et pendant l'évacuation des produits sexuels. — H.-E. Enden s'est intéressé à la biologie du Chétoptère et a suivi le développement de ses larves.

A. Michel s'est occupé des divers types de stolonisation chez les Syllidiens et de la régénération chez ces mêmes Polychètes et chez les Aphroditiens des genres *Halosydna* et *Lagisca*. Au même ordre de faits se rapportent les cas de régénération de l'extrémité antérieure du corps du *Chætopterus variopedatus*, des deux extrémités chez la *Marphysa sanguinea* étudiés par Ch. Gravier, et les expériences de S. Morgulis sur la *Podarke obscura*.

II. — Groupes isolés et rattachés aux Vers.

§ 1. — Entéropneustes.

Les débuts du développement du *Balanoglossus clavigerus* ont pu être suivis par K. Heider. Les œufs enveloppés de mucus rappellent ceux des Echinides et se comportent d'ailleurs comme ceux des Echinodermes dans les premiers stades. Il se

forme une gastrula typique; le blastopore se ferme et ensuite apparaît la première indication du cœlome du gland. L'embryon se couvre de cils et abandonne les enveloppes de l'œuf. L'intestin de la Tornaria laisse bientôt voir les ébauches du cœlome du tronc. — Dans un autre mémoire, l'auteur compare le développement des Entéropneustes à celui des Echinodermes, la Tornaria à la Trochophore, et indique aussi quelques similitudes entre le développement des Entéropneustes et celui des Cténophores.

D'après C. Davidoff, le *Ptychodera* régénère seulement l'extrémité antérieure du corps, contrairement à la théorie de l'adaptation graduelle à la régénération de Weismann, car l'animal ne perd normalement que l'extrémité postérieure. L'auteur a suivi pas à pas les processus de la régénération chez cet Entéropneuste. Pour lui, les processus de l'organogénèse, dans l'embryogénie et dans la régénération, se correspondent parfaitement. Le mémoire se termine par des considérations très approfondies sur la régénération au sens propre du mot et la morphallaxie.

Suivant G. Stiasny, l'un des orifices du tube en V habité par le *Balanoglossus* est marqué par l'accumulation des fèces; à l'une de ces accumulations, correspondent généralement deux ou trois dépressions se continuant dans le tube d'habitation qui est ainsi ramifié. La ponte se fait, partie par le pore génital, partie par la déhiscence du tégument, particulièrement au bord extérieur de l'aile génitale.

§ 2. — Ptérobranches.

A. Schepotieff a décrit de nouvelles espèces de *Rhabdopleura* et de *Cephalodiscus* de l'Océan Indien. Il a observé des larves nageant librement dans le cœnœcium du *Cephalodiscus indicus*, au milieu des bourgeons devenus libres. Il rapproche les Ptérobranches des Graptolithes qui, d'après lui, ne seraient pas des Cœlentérés.

Une nouvelle espèce de *Phoronis* et un nouveau genre de Ptérobranche (*Phoronopsis*) ont été décrits récemment par J.-D.-F. Gilchrist. — Ce naturaliste a utilisé la grande résistance du *Phoronis capensis*, pour observer chez cet animal la préhension de la nourriture, la circulation du sang et la ponte qui a lieu toute l'année, mais qui est surtout intense en été.

Contrairement à l'avis de Schepotieff, F. Braem trouve que, dans les larves des Ptérobranches, celles des Chilostomes et des Cténostomes, les rapports de situation des organes essentiels sont les mêmes et que, en partie tout au moins, il y a concordance dans la structure intime des deux groupes : Ptérobranches et Bryozoaires.

§ 3. — Gastrotriches.

Th. Grünspan fournit une importante contribution à l'étude anatomique, biologique et systématique des Gastrotriches d'eau douce de l'Europe. — I. Marcolongo a trouvé 17 espèces (dont 7 nouvelles) de Gastrotriches dans le lac cratère d'Astroni.

§ 4. — Dinophilus.

P. de Beauchamp signale chez le *Dinophilus Conklini* la présence d'un hémocœle représenté par un espace irrégulier, rempli de liquide, situé entre le parenchyme et le tube digestif. Outre ce sinus, il existe un vaisseau ventral à paroi distincte. Cet animal peut avoir plusieurs générations parthénogénétiques. L'auteur voit dans le *Dinophilus* un intermédiaire entre les Annélides et les Rotifères.

Chez le *Dinophilus gyrociliatus*, C. Shearer a étudié le problème de la détermination du sexe. Les œufs sont déjà fécondés chez la femelle. L'auteur a suivi le développement jusqu'à la formation des deux cellules sexuelles primitives, dont l'une donne naissance à un mâle, l'autre à une femelle. — Le même auteur, qui a décrit en détail l'anatomie de l'*Histriobdella homari*, place ce dernier dans le voisinage du *Dinophilus*. Il a conservé beaucoup de caractères des Rotifères; il est plus voisin de ce groupe que le *Dinophilus*. Il ne peut être incorporé aux Archiannélides.

§ 5. — Myzostomides.

Les Myzostomes recueillis par l'Expédition allemande dans le nord de la mer Blanche ont été étudiés par R. von Stummer-Traunfels, qui s'est particulièrement occupé du *M. gigas*. Les Myzostomes, d'après cet auteur, s'adaptent beaucoup plus facilement que leurs hôtes à des changements dans les conditions d'existence.

Suivant F. Maidl, le soi-disant utérus des Myzostomes est simplement un sac dans lequel les œufs achèvent seulement leur croissance et qui appartient au cœlome, de même que l'appareil sexuel mâle, à l'exception du conduit éjaculateur.

§ 6. — Bryozoaires.

Le rôle protecteur des aviculaires chez les Bryozoaires a été mis en évidence par S.-F. Harmer. Les longues soies des vibraculaires ont le même office. Ces organes de défense fournissent des caractères précieux à la taxonomie. Ils peuvent cependant manquer chez certaines colonies d'espèces qui en sont normalement pourvues. L'absence ou la présence de ces organes et des scuta, le bourgeonnement chez les Bryozoaires pourraient, peut-être, s'interpréter par quelque modification de la théorie mendélienne.

Chez l'*Alcyonidium hirsutum* et chez le *Bugula alveolata*, F. Henneguy a découvert des cellules œsophagiennes remplies de liquide, et dont les parois latérales sont transformées en fibres musculaires striées transversalement. La contraction de ces fibres tend à raccourcir les cellules, tandis que celle des fibres musculaires de l'œsophage les allonge. Ces cellules deviennent turgescentes et servent à la trituration des particules alimentaires.

A. Zschiesche décrit en détail les métamorphoses de l'*Alcyonidium mytili*, qu'il a suivies depuis la fixation de la larve nageante, jusqu'à l'achèvement de la formation du polypide.

La formation des statoblastes des *Cristatella* et des *Plumatella* a été étudiée par W. Buddenbrock qui, presque en tout point, donne raison à Bræm contre Kræpelin. — F. Bræm a montré que le nombre des épines des statoblastes de la *Pectinaria magnifica* dépend de la température et en second lieu de la nourriture.

Th. Mortensen décrit une nouvelle forme de Bryozoaire (*Loxosomella* n. *antedonis* n.) vivant sur l'*Antedon prolixa*, de la côte nord-est du Grœnland.

§ 7. — **Brachiopodes.**

P. Eichler a étudié les Brachiopodes de l'Expédition antarctique allemande, parmi lesquels il a trouvé 9 espèces appartenant à 6 genres. Il a constaté l'incubation du *Liothyris antarctica* et donné quelques détails sur les spicules de l'appareil brachial de cette espèce. Il n'y a aucune forme bipolaire parmi ces Brachiopodes de l'Antarctique.

§ 8. — **Mésozoaires.**

M. Caullery et A. Lavallée ont établi expérimentalement que la pénétration des larves du *Rhopalura ophiocomæ* chez l'*Amphiura squamata* se fait par les fentes génitales, où se rencontrent les mâles et les femelles qui les produisent. Les larves s'attachent à l'épithélium de ces fentes, se transforment en plasmodies pourvues de un à quatre noyaux qui se multiplient et propagent l'infection. Les auteurs ont constaté la formation de morula qui se multiplient elles-mêmes, puis apparaissent les embryons.

Dans ses recherches relatives aux Caténates, V. Dogiel décrit de nouvelles formes d'*Haplozoon*, parasites des Maldaniens et des Térébelliens. — D'une nouvelle étude des *Siedleckia*, il conclut que cette forme n'appartient pas au groupe des Caténates ; ce sont des Mésozoaires qui cependant, par certains côtés, se rattachent aux Péridiniens.

O. Schröder a fait connaître une forme nouvelle de Mésozoaire qui rappelle à certains égards les Orthonectides et les Dicyémides, le *Buddenbrockia plumatellæ* qui vit dans la cavité du corps de *Plumatella repens* et de *Pl. fungosa*.

III. — Travaux généraux se rapportant aux Vers.

La question du phénomène du passage par un hôte intermédiaire chez beaucoup de parasites animaux a préoccupé A. Mordwilko. Pour lui, le tube digestif et ses annexes furent la demeure originelle de tous les endoparasites typiques, et l'ingestion d'œufs, de kystes, de larves, le mode primitif d'infection. Par de nombreux exemples judicieusement choisis, l'auteur cherche à expliquer comment, à partir des cas les plus simples, l'évolution des parasites s'est probablement faite et est parvenue au cas si compliqué de certains Trématodes. Il essaie d'expliquer tous les cycles d'évolution, en partant toujours du point de vue de l'utilité pour le parasite — ce qui le fera sûrement taxer de finalisme.

Dans son étude comparée des néphridies chez les Vers et chez les Mollusques, V. Wilhem montre que la forme la plus primitive des néphridies, chez les Cœlomates, est représentée par les fins canaux excréteurs tels qu'on en voit chez les Polyclades. Un stade plus avancé se montre chez les Pulmonés Basommatophores. Le développement s'accentue avec l'allongement des tubes filtrants et la transformation de la cellule initiale en une cellule excrétrice. On parvient ainsi des cellules initiales des Trématodes, des Cestodes et des Rotifères aux solénocytes des Polychètes.

W.-E. Allen s'est demandé si la régénération se fait le plus activement avant ou après la différenciation des tissus ou même contemporainement avec elle. Quand les tissus différenciés sont coupés, la croissance régénératrice atteint son plus haut degré immédiatement avant (ou, en tout cas, non après) le moment où les tissus somatiques principaux se forment typiquement. Il n'en est pas de même pour les tissus non adultes.

La seconde partie des recherches de A. Dehorne sur la division de la cellule est consacrée à l'homéotypie et à l'hétérotypie chez les Annélides Polychètes et chez les Trématodes. Dans cet important travail, l'auteur expose de très intéressantes considérations sur les chromosomes, objet de tant d'investigations et aussi de discussions ardentes. Pour lui, les chromosomes paternels se comportent, dans l'ovule fécondé et tous ses descendants, comme des « hôtes de passage ».

Ch. Gravier,
Docteur ès Sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Adhémar (R. d'), *Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.* — **Leçons sur les Principes de l'Analyse,** *avec une Note de* Serge Bernstein, *privat-docent à l'Université de Kharkow.* Tome II : **Fonctions synectiques. Méthode des majorantes. Equations aux dérivées partielles du premier ordre. Fonctions elliptiques. Fonctions entières.** — 1 *vol. in-8° de VII + 297 pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1913.

Dans la *Revue* du 15 janvier 1913, j'ai rendu compte du tome I de l'ouvrage de M. d'Adhémar. Le tome II est rédigé exactement dans le même esprit que le tome I et présente un intérêt tout aussi grand, ainsi que l'indique l'énumération des importantes matières traitées.

Une généralisation des séries de Taylor

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} A_n (x-a)^n,$$

ce sont les séries (que M. Bernstein nomme *normales*) :

$$\sum_{n_1, n_2, \ldots, n_m \; n_1 n_2 \ldots n_m = 0, 1, \ldots, \infty} A_{n_1 \ldots n_m} (x-a_1)^{n_1} \ldots (x-a_m)^{n_m}.$$

Elles partagent avec les séries de Taylor l'importante propriété que voici : les opérations addition, multiplication, différenciation, effectuées terme à terme sur des séries normales, conduisent à des séries de même nature.

M. Bernstein étudie, pour x réelle, les séries normales. Il établit qu' « une fonction continue quelconque est développable en série normale » et construit « une fonction ayant, en plusieurs points donnés, des valeurs données pour les dérivées de tous les autres ». Les considérations de M. Bernstein côtoient les recherches de M. Borel sur les séries divergentes, et M. Bernstein met ces points de contact en lumière. La théorie est fort utile pour la sommation de certaines séries et l'intégration de certaines équations différentielles et présente par suite une importance sérieuse.

Léon Autonne,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Professeur adjoint honoraire à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

Ioannis Verneri De triangulis sphaericis libri quatuor. De meteeroscopiis libri sex. Cum prooemio Georgii Ioachipi Rhetici. — II. **De meteoroscopiis.** — *Herausgegeben von* Joseph Würschmidt, *unter Benutzung der Vorarbeiten von* Dr **A.** Björnbo. — 1 *vol. in-8° de* 260 *pages, avec* 97 *figures. B.-G. Teubner, Leipzig und Berlin,* 1913.

Jean Werner, de Nüremberg, fut, assurément, le plus illustre continuateur de Georges de Peurbach et de Jean Müller de Kœnigsberg (Regiomontanus). Comme ceux-ci, il fut surtout préoccupé d'améliorer la théorie de la précession des équinoxes. Pour y parvenir, il compliqua le système proposé par les *Tables alphonsines* ; aux deux sphères mobiles qu'on avait, d'après ces tables, superposées à la sphère des étoiles fixes pour en expliquer le mouvement, Werner en adjoignit une troisième. Copernic devait bientôt s'élever contre la complexité de la théorie admise par Werner ; il devait fonder, sur de tout autres principes, une théorie de la précession des équinoxes beaucoup plus exacte et qui réunit, d'emblée, tous les suffrages.

Si les hypothèses copernicaines reléguèrent bientôt dans l'oubli les travaux de Werner au sujet de la précession des équinoxes, elles ne détournèrent aucunement l'intérêt des œuvres accomplies, par le même astronome, en Trigonométrie sphérique.

Werner, en effet, avait composé un traité divisé en deux parties. La première partie, intitulée *De triangulis sphaericis* et formée de quatre livres, avait pour objet l'étude de la Trigonométrie sphérique proprement dite. La seconde partie, intitulée *De meteoroscopiis* et contenant six livres, est consacrée aux applications astronomiques de cette science, et à l'usage d'instruments propres aux diverses observations célestes.

L'ouvrage de Werner avait été imprimé une première fois à Cracovie, en 1557, par le disciple favori de Copernic, Georges Joachim Rhéticus. Rhéticus l'avait accru d'une préface.

Axel Anthon Björnbo avait entrepris la réédition de cet ouvrage, d'après l'édition de Rhéticus et d'après un manuscrit conservé, sous le numéro 1259, dans le fonds latin de la Bibliothèque Nationale. En 1907, il avait donné la réimpression du traité *De triangulis sphaericis*, avec une reproduction photographique de la préface de Rhéticus, dans la collection : *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen*, qu'a fondée le professeur Moritz Cantor.

La mort a saisi A.-A. Björnbo avant qu'il ait pu donner le traité *De meteoroscopiis.* Sur l'indication de M. E. Wiedemann, l'Académie de Bavière a confié à M. Würschmidt le soin de tirer parti des matériaux réunis par le savant bibliothécaire de Copenhague. M. Würschmidt a mené cette tâche à bien avec le plus grand soin. En particulier, pour faciliter la lecture des raisonnements de Werner, il a eu soin de mettre, au bas de chaque page, un abrégé, rédigé dans le style et avec les notations modernes, des démonstrations que contient cette page.

Nous serait-il permis de formuler ici un vœu ? Ce serait que la publication du traité de Werner fût complétée par la réimpression de son livre sur la théorie de la précession des équinoxes. Ce livre est, aujourd'hui, à peu près introuvable. Déjà, au xvne siècle, il était devenu si rare que Riccioli, dans l'*Almagestum novum*, était réduit à en parler d'après l'analyse qu'Erasme Oswald Schreckenfuchs en avait donnée, en 1556, dans ses *Commentaria in novas theoricas planetarum Georgii Purbachii.*

Pierre Duhem,
Membre de l'Institut.

Lecomte-Denis, *Ingénieur civil des Mines.* — **Comment on crée une mine.** — 1 *vol. in-16 de* 225 *pages.* 2e *édition.* (*Prix* : 4 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

Cet opuscule s'adresse à toutes les personnes qui s'intéressent aux mines et aux actions de mines, et elles sont légion. L'auteur, qui est très expert en matière de prospections, s'est rendu compte que la plupart des gens qui sont mêlés aux affaires minières manquent absolument des connaissances techniques suffisantes pour apprécier celles qu'on leur présente. Entièrement absorbés par le désir de faire fructifier leurs capitaux, il ne savent pas distinguer le bon grain de l'ivraie, et neuf fois sur dix, ils compromettent leur argent. Pour les mettre en garde contre ce danger, M. Lecomte-Denis expose, en termes simples et à la portée de tous, ce qu'est une mine, comment on la

découvre, comment on la met en valeur et on l'exploite, en faisant passer le lecteur par toutes les étapes techniques et financières de l'entreprise.

Ce livre pourra également servir de guide à tout mineur qui serait embarrassé dès le début de ses recherches et ne connaîtrait pas exactement les moyens de tirer parti de ce qu'il étudie ou de ce qu'il détient. La lecture de certaines scènes humoristiques rapportées par l'auteur le mettra en garde contre tous les pièges qu'on peut lui tendre lors de ses prospections. Pour compléter ses renseignements, il pourra, du reste, avoir recours à des ouvrages techniques spéciaux qui sont soigneusement indiqués.

L'auteur a fort bien analysé, à notre avis, ce qui manque la plupart du temps dans les nombreux rapports de mines que des intermédiaires proposent et ce qu'il faudrait y trouver pour pouvoir prendre l'affaire au sérieux. Bien des administrateurs de Sociétés auraient intérêt à profiter de ses conseils.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

2° Sciences physiques

Les Progrès de la Chimie en 1912. *Traduction française autorisée des* **Annual Reports on the Progress of Chemistry for 1912,** *publiée sur l'initiative du Service des recherches du Laboratoire municipal de Paris. — 1 vol. in-8° de 400 pages. (Prix : 7 fr. 50.) Librairie Scientifique A. Hermann et fils. Paris,* 1913.

La *Chemical Society*, de Londres, a pris, dès 1904, l'initiative d'une publication annuelle contenant, sous la signature des membres les plus compétents de cette Société, des rapports étendus sur les progrès de la Chimie pendant l'année écoulée.

Par ses dimensions restreintes comme par son esprit essentiellement critique, une telle publication diffère foncièrement des volumineux et souvent arides *Jahresberichte* ou *Jahrbücher* allemands. Tandis que ces derniers sont surtout précieux pour leur documentation complète et leur classement méthodique, les *Annual Reports* sacrifient, plus volontiers, faits accessoires et méthode au profit d'une mise en valeur plus parfaite et plus séduisante de tous les faits intéressants. Il ne faut donc pas s'attendre à trouver dans ces rapports une analyse complète de tous les travaux parus dans l'année, mais seulement les progrès les plus importants d'un nombre déterminé de sujets. C'est ainsi que bien des travaux sont réservés pour les années suivantes, jusqu'à ce que la question à laquelle ils se rattachent ait reçu un commencement de solution. Pour la même raison, l'étude d'un problème n'est pas nécessairement limitée, d'une façon exclusive, aux recherches publiées dans l'année; lorsqu'il y a lieu, les travaux des années antérieures sont toujours pris en considération.

C'est, on le voit, une œuvre absolument originale; la lecture en est si aisée qu'elle permet à tout chimiste éduqué de se mettre en quelques jours au courant des diverses branches de la Chimie contemporaine.

Au point de vue national, il faut savoir gré à M. Kling d'avoir eu l'idée de rendre une telle œuvre plus profitable à nos chimistes, en en publiant une traduction française, et d'avoir su grouper autour de lui les concours dévoués, autant que désintéressés, qui lui ont permis de mener à bien cette difficile traduction et de l'offrir à un prix tout à fait modique.

Les *Annual Reports* pour l'année 1912 comprennent onze rapports groupés en huit chapitres : I. Chimie générale et chimie physique, par G. Senter; II. Chimie minérale, par E.-C.-C. Baly; III. Chimie organique : 1° Série aliphatique, par H.-R. Le Sueur; 2° Série homocyclique, par K. J. Orton; 3° Série hétérocyclique et Stéréochimie, par A. W. Stewart; IV. Chimie analytique, par G. Cecil Jones; V. Chimie physiologique, par W. D. Halliburton; VI. Chimie agricole et physiologie végétale, par A. D. Hall; VII. Chimie minéralogique, par Arthur Hutchinson; VIII. Radio-activité, par Frédérick Soddy.

Une table alphabétique des noms d'auteurs termine cet ouvrage et le complète très heureusement; peut-être aimerait-on trouver, en outre, soit en tête de l'ouvrage, soit à la fin, un sommaire contenant tous les titres des paragraphes avec la pagination qui y correspond.

Peu importe, tels qu'ils sont, les *Annual Reports* constituent une œuvre remarquable que tout chimiste doit connaître et posséder.

Il me plaît d'en voir paraître une traduction française au moment précis où notre énergie nationale paraît se ressaisir, et alors même que de tous côtés, dans le vieil édifice de la Chimie française, commencent à circuler une vie et une ardeur nouvelles.

Dr M. TIFFENEAU,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

Margival (F.). — **Les Colles.** — *1 vol. in-16 de l'Encyclopédie scientifique des aide-mémoire. (Prix : 2 fr. 50.) Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris,* 1913.

Avant d'exposer la préparation, les propriétés et l'emploi des colles, l'auteur donne quelques explications sur les phénomènes de collage : rôle joué par la colle lors de son emploi, propriétés caractéristiques d'une bonne matière collante, conditions à observer pour obtenir une parfaite adhérence.

En se basant sur la nature des matières premières et sur le mode de traitement, M. Margival classe les colles et gélatines en trois groupes :

1° Colles de peaux obtenues par traitement à l'eau chaude des peaux, cartilages et tendons, et colles de poisson, fabriquées avec la vessie natatoire de l'esturgeon (Russie) ou de la morue (Islande et Amérique);

2° Colles d'osséine, provenant du traitement à l'eau chaude des os préalablement déminéralisés;

3° Colle forte, préparée en traitant les os par l'eau chaude sous pression.

Pour chacune de ces variétés de colle, l'auteur énumère les matières premières, décrit leur mode de traitement pour l'obtention du bouillon gélatineux et indique les diverses formes sous lesquelles peuvent être utilisés les produits marchands.

On trouvera, dans le chapitre réservé aux colles de peaux, la technique (commune à toutes les variétés) de la concentration du bouillon et des opérations ultérieures : coulage, découpage et séchage de la colle.

Le reste de l'ouvrage est consacré aux matières adhésives d'ordre secondaire, bien que certaines d'entre elles jouent dans l'industrie un rôle assez important dans des emplois d'un caractère un peu spécial.

Dans ce groupe se placent : les colles-gommes à base de gomme arabique; les dextrines, qui servent surtout à la confection d'apprêts pour tissus et au gommage du papier; les empois amylacés, également très employés pour l'apprêtage des tissus et sous forme de colle de pâte; enfin, les colles d'amidons diversement modifiés dans le but d'obtenir des amidons solubles.

L'auteur mentionne, en outre, quelques variétés de matières adhésives qui n'ont, avec les variétés précédentes, d'autre lien de parenté que la similitude d'emploi. Ce sont : les glus naturelles et artificielles, les colles-vernis, les colles-résines, les colles de caoutchouc notamment, la glu marine et les colles minérales.

Les colles caséinées et albuminées, par contre, sont à rapprocher des gélatines par leur composition chimique.

Pour toutes ces variétés, l'auteur indique le mode d'obtention, la préparation des mélanges complexes auxquels elles communiquent leur propriété et l'emploi qui peut en être fait.

En résumé, le livre de M. Margival est, sous une

forme concise, un traité complet des matières adhésives dans lequel les colles proprement dites tiennent la place correspondant à leur importance.

Un index bibliographique permet au lecteur d'étendre ses connaissances sur le sujet, bien qu'il soit traité, malgré le cadre restreint de l'ouvrage, avec une abondance de documents dont il convient de féliciter l'auteur.

É. Tassilly,
Professeur agrégé
de l'Ecole supérieure de Pharmacie.

3° Sciences naturelles

Sabachnikoff (Vladimir). — **Contribution à l'étude des fumées et des poussières industrielles dans leurs rapports avec la végétation** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Nancy*). — 1 *vol. in-8° de 252 pages avec 23 figures et 10 planches. Imprimeries réunies, Nancy*, 1913.

C'est une rançon du progrès, que les développements de la civilisation entraînent avec eux des inconvénients nouveaux et parfois très graves, inconnus de nos ancêtres. Le merveilleux développement de l'Industrie moderne n'échappe pas à cette loi fatale et il serait facile d'en citer de trop nombreux exemples.

Du reste, les ennuis et dommages nouveaux provoquent une réaction plus ou moins immédiate en vue de les combattre et de les réparer. Mais malheureusement il arrive souvent que les hommes qui entreprennent cette lutte sont mal armés pour remporter la victoire. La connaissance même des dommages à réparer et des vraies causes de ces dommages est d'acquisition difficile, de sorte que, là encore, il faut faire appel à la science et aux méthodes scientifiques, pour apporter avec la lumière indispensable les méthodes les meilleures à employer.

Le travail de M. Vladimir Sabachnikoff est une contribution importante dans ce domaine; il se rapporte à l'étude des dommages causés à la végétation par les fumées et les poussières industrielles.

Chacun a pu observer l'aspect désolé que présente souvent la végétation au voisinage des usines. Les plantes sont chétives, couvertes d'une poudre noire ou grise; le sol lui-même présente cette même teinte et il se montre, du reste, de plus en plus dénudé à mesure qu'on approche de l'usine, si bien que celle-ci occupe trop souvent le centre d'une espèce de désert artificiel. Dans les régions industrielles, telles que celles du nord de la France, cet aspect envahit des localités entières.

Dans bien des cas, il faut le dire, le mal est plus apparent que réel et se borne à un saupoudrage des végétaux et du sol par des poussières presque inoffensives. Mais dans d'autres, trop nombreux, la végétation souffre véritablement, ce qui provoque des conflits entre les agriculteurs et les propriétaires d'usines. Les dommages peuvent devenir assez importants pour que le sol lui-même soit altéré dans sa composition.

M. Sabachnikoff a fait un voyage d'études dans le bassin industriel de Dresde, où l'on poursuit des expériences richement subventionnées par le Gouvernement allemand. « En présentant, dit-il, un résumé synthétique de l'état de nos connaissances sur ce sujet et en y insérant une liste bibliographique étendue, nous avons eu surtout en vue de rédiger un travail de langue française qui fait actuellement défaut, afin de le mettre à la disposition de tous ceux qui peuvent avoir à connaître des conflits qui résultent de l'action des fumées d'usine sur les cultures. »

M. Sabachnikoff a, du reste, ajouté à ce travail une étude personnelle sur l'influence qu'ont les fumées sulfureuses sur le pollen, avec détermination expérimentale des doses critiques, et de l'action sur les phénomènes de fécondation et de formation des grains de blé.

La table des matières comprend huit chapitres. Dans le premier chapitre (Eléments nocifs des fumées, leur origine), l'auteur fait remarquer que, d'après M. Angus Smith, la combustion de la houille en Angleterre verse annuellement 1.100.000 tonnes de soufre dans l'atmosphère, ce qui occasionne 1 à 3 milligrammes de SO^2 par mètre cube d'air. Les proportions sont analogues à Berlin. Outre l'acide sulfureux et l'acide sulfurique, il existe dans les fumées d'autres acides et des particules solides formées par des hydrocarbures et des sels, nocifs ou non.

Les établissements produisant des fumées nocives sont extrêmement nombreux et il est bien difficile de les classer. D'après M. Wislicenus, on peut rassembler ces établissements dans les catégories suivantes : chauffage des chaudières, blanchisseries chimiques, industrie de la cellulose, fabriques de porcelaine et terres cuites, briqueteries, fabriques de produits chimiques, usine de superphosphates, établissements d'émaillure, verreries, fabriques de matières colorantes, établissements métallurgiques et hauts fourneaux.

Malgré l'immense quantité de vapeurs nocives rejetées par ces usines dans l'atmosphère, leur dilution arrive à être tellement faible, en général, que les dommages ne peuvent dans tous les cas être que locaux.

Dans le chapitre II, l'auteur étudie les lésions occasionnées par les fumées à la végétation. Les lésions sont aiguës ou chroniques d'une part, externes ou internes d'autre part.

Les lésions internes, provoquées par l'action corrodante des acides, s'observent surtout sur les parties jeunes des plantes, au printemps. Elles apparaissent brusquement, et déterminent souvent la mort des parties atteintes. C'est ce qui arrive en particulier pour les Conifères, spécialement les pins, dont les jeunes pousses sont très sensibles à l'action corrodante des acides. Les aiguilles attaquées se colorent en jaune brun ou en rouge brun, et, lorsqu'un grand nombre sont atteintes, les pousses elles-mêmes sont en danger.

Les plantes feuillues sont moins sensibles, probablement parce que la période de développement des feuilles est moins prolongée.

Il existe, du reste, un grand nombre de causes qui peuvent provoquer sur les feuilles la formation de taches analogues à celles occasionnées par les fumées, de sorte *qu'il n'y a pas de caractères anatomiques spéciaux à l'action des gaz acides*. On adonné des listes de sensibilité des arbres à l'action de SO^2, mais la résistance des différentes essences et même des différents individus varie beaucoup avec les conditions de sol, de climat, de culture, etc.

Quand les concentrations de SO^2 sont particulièrement faibles $\left(\frac{1}{500.000}\text{ et au-dessous}\right)$, il y a *intoxication chronique* sans dommages locaux apparents, avec diminution de la croissance, dessèchement de cimes et de branches et finalement mort des plantes. Ces phénomènes se produisent, d'après Wieler, par intoxication des plantes, à la fois par les voies respiratoires et par les racines. L'épaisseur des couches annuelles est fortement diminuée, ce qui permet d'établir parfois la date de l'intoxication. Les parasites animaux et végétaux apparaissent nombreux sur les arbres affaiblis. Le sol lui-même est appauvri, par suite de la formation d'un humus acide provoqué par la chute énorme des feuilles tuées, etc.

Etant donnée la gravité de ces faits, il y a une importance décisive à faire la preuve des gaz acides dans l'atmosphère du voisinage des usines. L'auteur donne un aperçu des divers procédés employés : exposition à l'air de verre, de papier, d'étoffes trempés dans l'eau de chaux ou de baryte; analyse des eaux pluviales ou de la neige; barbotage de l'air dans des solutions barytiques (Wieler, Guerlach).

Après cette introduction générale, M. Sabachnikoff fait (chap. III) l'étude particulière des acides sulfureux et sulfurique. Les diverses recherches des auteurs

montrent que l'action de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique gazeux sur les plantes est suivie d'une augmentation de la teneur des organes foliaires en acide sulfurique.

Le mécanisme de l'action nocive de l'acide sulfureux sur les plantes est du reste encore très obscur : l'assimilation chlorophyllienne et la transpiration sont fortement diminuées. Mais, d'autre part, il semble bien exister parfois une action spéciale sur la racine et sur la plante entière par l'intermédiaire du sol. On l'explique de la manière suivante : l'acide sulfureux aérien s'oxyde très vite en atmosphère humide et donne de l'acide sulfurique; celui-ci est finalement entraîné dans le sol par la pluie, les brouillards, etc., et, si le sol est pauvre, il modifie sa composition. Sous son influence, en effet, d'après Damseaux, les éléments basiques fertilisants du sol sont dissous, puis entraînés, l'humus devient acide et les phénomènes microbiens du sol sont entravés. Il en résulte que la végétation herbacée elle-même souffre de ces altérations et, par contre-coup, le bétail consommant l'herbe voit son développement entravé par une maladie spéciale (maladie acide).

A ces données générales sur l'influence de l'acide sulfureux, M. Sabachnikoff ajoute ses recherches personnelles qui se rapportent surtout à la fécondation et à la fructification du blé et de quelques autres plantes.

Le pollen est toujours tué par des concentrations dépassant $\frac{1}{13.000}$. Des concentrations dépassant $\frac{1}{10.000}$ au moment de la floraison peuvent empêcher complètement la formation des grains. A $\frac{1}{30.000}$ et au-dessous, il y a une diminution encore notable et variant dans le même sens que la concentration.

La diminution de la récolte en grains est due pour la plus grande part aux lésions des organes reproducteurs; les organes femelles sont aussi influencés que les organes mâles.

Du reste, divers facteurs augmentent ou diminuent la gravité des lésions occasionnées par les fumées : température, humidité, vent, lumière, mais l'auteur insiste très peu sur cette partie pourtant intéressante de la question.

Dans le chapitre IV, l'auteur étudie l'influence du chlore et de l'acide chlorhydrique, mais d'une manière beaucoup plus sommaire que pour SO^2 et SO^3. Ces gaz sont du reste moins fréquemment rencontrés et moins dangereux que l'acide sulfureux. Les lésions produites sont cependant analogues.

L'auteur ne parle pas de l'action des acides azotique, fluorhydrique, etc., qui cependant sont rejetés parfois en grande abondance dans l'atmosphère par certaines usines. Il consacre le chapitre V à l'action des vapeurs de goudron et d'asphalte sur la végétation, car l'exécution de plus en plus fréquente du goudronnage des routes a fait naître récemment des dommages importants ayant cette origine. Les plantes sont inégalement sensibles et les lésions qu'elles présentent ont les caractères suivants : coloration brunâtre et luisante des feuilles; apparition de taches brunes avec destruction des tissus; fanaison, disparition des grains de chlorophylle et du protoplasma, remplacés par des gouttelettes huileuses jaunâtres ou brunâtres. Le contenu cellulaire contracté est coloré souvent en brun ou brun noir par la précipitation du tannin.

Ces accidents peuvent être du reste provoqués par une multitude d'autres actions.

Le chapitre VI est consacré aux poussières industrielles. Il résulte des recherches de MM. Schröder et Reuss que les poussières industrielles arrivées en contact avec les plantes, soit par un dépôt direct sur les feuilles, soit par l'intermédiaire du sol, ne peuvent agir d'une façon nocive que lorsqu'elles renferment des substances toxiques sous la forme soluble. Il en est de même des poussières du sol qui sont quelquefois toxiques au voisinage des usines. Les poussières arsenicales sont particulièrement dangereuses.

L'auteur cite dans ce chapitre l'action nocive de poussières contenant des chlorures, des sulfures, des sulfates, de la soude, etc., et aussi l'action des vapeurs mercurielles. Mais, dans un joli paragraphe renfermant les conclusions pratiques de ce chapitre (p. 227), il montre comment les industries cherchant la suppression des poussières y trouvent leur propre intérêt par une économie qui porte jusque sur le combustible, et qui du même coup supprime les dommages sur les végétaux.

Le dernier chapitre (VII) porte sur les principes généraux de l'expertise des dommages causés par les fumées et les poussières industrielles. Mais l'auteur n'a visiblement donné qu'un simple aperçu de cette question. En revanche, nous devons le féliciter pour la bibliographie étendue qu'il donne à la fin de son travail : il y cite 233 notes ou mémoires dont plusieurs sont de gros volumes.

En somme, M. Sabachnikoff, en écrivant son étude, a rassemblé pour les lecteurs de langue française les éléments d'une question présentant un intérêt pratique incontestable, et, à ce titre, il a rendu un véritable service aux industriels et aux savants qui sont consultés dans les cas où des fumées d'usine provoquent des dommages aux plantes agricoles et forestières.

Henri Devaux,
Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Mollusques de la France et des régions voisines. Tome I. Amphineures, Gastéropodes Opisthobranches, Hétéropodes, Marséniadés et Oncidiidés par **A. Vayssière**, *Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, Conservateur du Musée d'Histoire naturelle. 1 vol. in-18 de 420 pages avec 42 planches dans le texte. (Prix cart. : 5 fr.)* Tome II : **Gastéropodes Pulmonés et Prosobranches terrestres et fluviatiles**, par **Louis Germain**, *docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris et à l'Institut océanographique. 1 vol. in-18 de 374 pages, avec 25 planches dans le texte. (Prix cart. : 5 fr.) Octave Doin, éditeur. Paris,* 1913.

On a pendant trop longtemps, en étudiant les mollusques, tout sacrifié à la coquille. On en avait fait la base presque exclusive de la classification, bien qu'elle ne soit qu'une pièce accessoire, enveloppante ou intérieure, de l'animal, et qu'elle soit fort loin d'exister dans tous les groupes. De l'être vivant lui-même, on n'avait cure, il passait au second rang. Jusqu'aux dernières années du XIXe siècle, c'est sous le vocable de « Conchyliologie » qu'ont paru d'excellents traités sur les Mollusques. Cependant le nom de « Malacologie » avait été employé par ceux qui s'attachaient plus spécialement à l'étude de l'animal.

Mais, en dehors des travaux de pure science, on a longtemps manqué d'ouvrages élémentaires décrivant les caractères anatomiques des Mollusques et en faisant ressortir l'importance au point de vue de la classification. C'est dans cet esprit et en s'appuyant sur les dernières données de la science que, dans l'*Encyclopédie scientifique* dirigée par le Dr Toulouse, est entreprise la publication d'une description des mollusques de la France et des régions voisines ; sur cinq volumes annoncés, deux viennent de paraître dus l'un à M. A. Vayssière, l'autre à M. Louis Germain.

Le but que l'on se propose, dans la « Bibliothèque zoologique », spécialement dirigée par le Dr G. Loisel, est, en s'adressant non seulement aux étudiants et aux licenciés des Facultés des Sciences, mais encore aux amateurs éclairés, de faire plus qu'une œuvre de vulgarisation. Aussi, en ce qui touche les Mollusques, MM. Vayssière et Germain ont-ils cherché à rendre accessibles, même à ceux qui ne sont pas des naturalistes dans toute l'acception du mot, des notions d'Anatomie et de Biologie que trop d'œuvres de vulgarisation ne

leur avaient pas fait entrevoir. Ils montrent de la façon la plus lumineuse que, pour établir une classification rationnelle des Mollusques, les caractères tirés de la coquille sont insuffisants et trompeurs, et qu'il faut tenir compte en même temps de ceux que fournissent leurs principaux organes : organes de la respiration, plaque linguale ou radula, mâchoires, pièces stomacales, organe copulateur, etc., sur lesquels les auteurs donnent des indications précises et suffisantes.

Les espèces dont s'occupe M. Vayssière dans le tome I, exclusivement marines, appartiennent à deux des classes de Mollusques seulement : Amphineures et Gastéropodes. Les Amphineures, munis ou non de coquilles, sont d'autant plus intéressants à bien connaître qu'ils forment un groupe de passage reliant les Vers aux Mollusques. Quant à ceux des Gastéropodes auxquels M. Vayssière consacre la plus grande partie de son livre, ce sont d'abord les Opisthobranches, ordre contenant des animaux dont beaucoup ne possèdent pas de coquille et qui n'ont pas été souvent décrits. Puis il parle de quelques Prosobranches, qui marquent en quelque sorte la transition entre les espèces à coquille et celles qui n'en ont pas : des Hétéropodes, sous-ordre dont la coquille, quand il y en a une, est très fragile ; des Marséniadés, famille chez qui elle est plus souvent cachée par des téguments et qu'on prendrait facilement pour des mollusques nus. Enfin, M. Vayssière dit quelques mots des Oncidiidés, mollusques à respiration aérienne dépourvus de coquille.

Quant à l'ouvrage de M. Louis Germain, consacré à des mollusques terrestres et fluviatiles, il ne porte que sur des Gastéropodes, Pulmonés et Prosobranches. La classification est basée, ainsi que dans le précédent ouvrage, sur les caractères anatomiques en même temps que sur ceux de la coquille, et M. Germain étudie précisément une famille, celle des *Helicidæ*, pour laquelle il est de toute nécessité de tenir compte des premiers sous peine de rapprocher des animaux très différents si l'on s'adressait uniquement à la coquille. L'auteur a donc dû réagir contre les procédés des ouvrages de pure conchyliologie et appliquer à son sujet des méthodes plus scientifiques dont, l'un des premiers, Moquin-Tandon s'était inspiré. Il a eu aussi à combattre la tendance qui avait consisté à multiplier le nombre des espèces, alors que ces types ne répondaient souvent qu'à des formes locales dues à des conditions particulières d'habitat.

Les détails donnés par M. Germain sur l'habitat et les mœurs des mollusques terrestres et fluviatiles de France l'ont conduit, comme il l'a fait à l'occasion d'autres régions, à présenter des remarques d'un très grand intérêt sur les rapports existant entre la faune et les conditions géographiques, sur les faunules régionales, sur les migrations des espèces.

Pour faciliter les déterminations, les deux auteurs ont employé d'une façon très heureuse, malgré les difficultés que présente ici son application, le système de la clef dichotomique, depuis longtemps suivi par les botanistes, mais ils ont dû prendre soin de n'introduire dans leurs tableaux que des caractères extérieurs assez apparents pour pouvoir être opposés les uns aux autres.

GUSTAVE REGELSPERGER.

4° Sciences diverses

Bourrey (G.). — **Le Problème de l'apprentissage et l'Enseignement technique.** — 1 *vol. in-8° de* 160 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

L'industrie française, découragée par les attaques incessantes dont elle est l'objet depuis quelques années, est dans l'impossibilité de lutter avec espoir de succès contre la concurrence étrangère. Parmi les causes multiples de sa faiblesse, il en est une qui va s'aggravant de jour en jour : la disparition de l'apprentissage, disparition qui a son origine dans les nouvelles mesures législatives hâtivement votées et dans le désir des parents de voir les enfants toucher immédiatement un salaire plus élevé. Telle industrie, comme le tissage, est menacée dans son existence même par l'impossibilité de réunir un certain nombre d'ouvriers capables de diriger les métiers, les jeunes n'ayant pas voulu s'astreindre au stage ingrat de rattacheurs, etc.

L'enseignement professionnel est considéré par beaucoup comme capable de remédier à cette crise, et les projets de loi sur cet enseignement éclosent chaque jour : projets Dubief et Astier, Dron, Siegfried, Verlot, Mascuraud et Michel, Bourrey.

M. Bourrey, dans son ouvrage sur *Le Problème de l'Apprentissage et l'Enseignement technique*, après avoir exposé les premières tentatives d'enseignement technique, montré la lutte entre les deux ministères rivaux, Commerce et Instruction publique, et pris énergiquement position en faveur du premier, ce dont je ne saurais le blâmer, quoique et parce que vieil universitaire, aborde les conditions suivant lesquelles l'enseignement technique peut résoudre la crise de l'apprentissage.

Dans le second chapitre, l'auteur débute par une profession de foi étatiste : C'est à l'Etat qu'appartient de résoudre le problème de l'apprentissage. Le côté politique domine malheureusement trop la question, et, sans partager l'opinion de M. Bourrey « sur les manœuvres toujours et nécessairement réactionnaires du patronat », un esprit indépendant doit reconnaître que, trop souvent, les institutions privées n'ont pas offert les garanties de neutralité que l'on est en droit d'exiger de ces institutions. Il n'en est pas moins vrai que c'est toujours avec effroi que nous voyons défendre l'idée d'un monopole quel qu'il soit. Je sais que l'auteur ne refuse pas le concours du patronat, qu'il lui accorde une certaine place dans les comités de perfectionnement des écoles pratiques, qu'il accepte même des comités de patronage.

Mais laissons de côté ces chapitres dans lesquels la politique intervient trop, et abordons les pages consacrées à l'étude des types d'écoles de métiers telles que les conçoit l'auteur. C'est avec plaisir que nous lisons cet exposé, écrit par un homme qui a vécu dans le milieu technique, qui a mûri son projet et qui, sachant bien ce qu'il veut, s'exprime avec une netteté remarquable. L'école de métiers, base essentielle de l'enseignement technique, doit grouper les apprentis d'une seule industrie ou d'industries dérivées du même principe ou tendant à une fin commune. Il existerait ainsi des écoles nationales modèles pour les industries du bâtiment, du cuir, du papier, etc., chacune groupant autant de sections d'apprentissage que les industries ainsi spécialisées comptent de métiers, soit, pour les quinze écoles nationales, cent sections différentes.

Les écoles pratiques ou de métiers ne sauraient s'adresser qu'à une petite minorité des futurs ouvriers ; aussi le projet Bourrey prévoit les cours professionnels destinés à compléter l'apprentissage fait à l'usine et qui seraient obligatoires pour les apprentis de treize à dix-huit ans révolus. Les patrons auxquels incombe une partie de l'entretien de ces cours ne pourraient accepter dans leurs établissements que ceux ou celles qui justifient de leur assiduité aux cours ; les heures de cours font partie de la journée de travail.

Les projets anglais ne prenaient le jeune ouvrier que jusqu'à seize ans, le projet français prévoit jusqu'à dix-huit sauf quelques dérogations. Nombre d'industriels, pour éviter la désorganisation du travail, attendront les dix-huit ans avant d'embaucher.

Ces quelques lignes, écrites par un adversaire des idées de M. Bourrey, suffiront pour montrer l'attrait même de cet ouvrage, l'utilité de sa lecture pour tous ceux que la lourde et inquiétante question de l'apprentissage intéresse et même inquiète avec juste raison.

J.-P. LANGLOIS.

Professeur agrégé de la Faculté de Médecine.
Membre de la Commission d'Hygiène industrielle.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Janvier 1914.

M. le Président annonce la mort de Sir **David Gill**, correspondant pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Humbert** : Sur quelques fonctions numériques remarquables. — M. **Gambier** : Sur les courbes de Bertrand et les courbes à courbure constante. — M. **E. Keraval** : Sur une famille de systèmes triplement orthogonaux. — M. **Th. Anghelutza** : Sur le noyau symétrique gauche dans la théorie des équations intégrales. — M. **E. Lindelöf** : Sur la représentation conforme. — M. **G. Rémoundos** : Sur la convergence des séries de fonctions analytiques. — M. **A. Chatelet** : Sur les congruences d'ordre supérieur. — M. **G. Armellini** : Sur la solution analytique du problème restreint des trois corps. — M. **H. Andoyer** annonce la publication prochaine de nouvelles tables trigonométriques fondamentales, contenant les valeurs naturelles des sinus, tangentes et sécantes avec quinze décimales pour tous les angles du quadrant de 10 en 10 secondes sexagésimales. — M. **G. Bigourdan** indique un moyen pour déterminer le coefficient thermométrique des vis de micromètre en utilisant la méthode de M. Lippmann pour régler une lunette en autocollimation.

2° Sciences physiques. — MM. **H. Deslandres** et **A. Perot** ont cherché à augmenter les champs magnétiques actuels en accroissant le courant et en logeant le plus grand nombre possible d'ampères-tours dans un petit volume. Pour dissiper la chaleur énorme qui se dégage, ils ont employé avec succès une circulation de pétrole refroidi à — 30°. Ils ont ainsi obtenu des champs de plus de 50.000 gauss. — M. **R. Swyngedauw** a déterminé la résistance que doivent offrir les limiteurs de tension à intervalle explosif : elle est de l'ordre d'une centaine d'ohms pour les alternateurs et les réseaux modernes, en insérant en dérivation un certain nombre de limiteurs. — MM. **Eug. Darmois** et **M. Leblanc fils** indiquent les conditions où il est possible de maintenir, pour de basses fréquences et des voltages modérés, un arc alternatif dans la vapeur de mercure. Au point de vue consommation et puissance lumineuse, cet arc est tout à fait comparable aux meilleurs arcs à courant continu. — M. **G. Moreau** montre que le chlore et le brome, mélangés aux gaz des flammes, ont la propriété de modifier notablement la f.é.m. d'un couple à flammes. La variation limite est sensiblement de 0,55 volt. — MM. **Hanriot** et **Lahure** ont reconnu que les températures de début du recuit pour les différents métaux sont beaucoup plus basses qu'on ne le supposait. Le métal le plus écroui commence à se recuire à la température la plus basse. — M. **M. Delépine**, en traitant par un courant de HCl sec à 500° les produits de l'action de H^2SO^4 sur les chloroiridites, a obtenu des corps dont la composition se rapproche de plus en plus de $IrCl^3$. Les solutions de ces chlorures donnent par dessiccation des chlorures hydratés. — M. **M. Durandard** a trouvé dans le mycélium du *Rhizopus nigricans* une présure très active dont l'action est optima à 50°. A 60° elle est complètement détruite. Le refroidissement à 10° la rend instantanément coagulable à 50°. — M. **R. Combes** a extrait de divers organes végétaux : feuilles vertes de troène, feuilles jaunes de chasselas doré, fleurs jaunes de narcisse, un pigment jaune brun cristallisé, qui produit par réduction un pigment anthocyanique rouge cristallisé. — MM. **H. Bierry** et **A. Ranc** ont trouvé dans le plasma sanguin des divers animaux du sucre protéidique en quantités variables. C'est probablement un des termes de passage entre les substances albuminoïdes et les hydrates de carbone.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Piéron** montre que la part du temps de latence dans la période d'établissement de la sensation lumineuse décroît en raison inverse de la racine douzième des intensités d'excitation : $y = a/\sqrt[12]{x}$. — M. **A. Lécaillon** signale les analogies de structure qui existent entre l'ovaire de certains insectes, les Collemboles, et celui de certains crustacés entomostracés, les Chirocéphales. — M. **E. Roux** signale que MM. Mayoral et Perez Grande, de Madrid, avaient découvert avant MM. Nicolle et Blaizot le coccus qui accompagne le gonocoque dans la blennorragie, et employé avec succès un vaccin formé d'un mélange de gonocoque avec ce coccus. — M. **M. Longchambon** expose ses vues sur le rôle de la magnésie dans les cycles sédimentaires. L'eau de mer s'est surtout enrichie en magnésie, au moins localement, à la suite des phases de plissement intense; elle a pu déposer ensuite à la fois du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie. — M. **L. Joleaud** montre que les calcaires marmoréens du Djebel Filfila (Algérie) doivent être rapportés au Lias; les micaschistes de ce massif appartiennent au Nummulitique. — M. **J. Répelin** présente un certain nombre d'objections contre l'hypothèse de l'existence d'une grande nappe de charriage dans la région située à l'ouest de Draguignan. — M. **R. Nicklès** indique les terrains traversés par un sondage à grande profondeur effectué dans la région de Briey : Lias supérieur (Toarcien) 258 mètres, Lias moyen (Charmouthien), 188 mètres, Lias inférieur (Sinémurien et Hettangien), 122 mètres, Rhétien, 55 mètres, Marnes irisées du Trias, 187 mètres, Muschelkalk, 144 mètres, Grès bigarré, 62 mètres, Grès vosgien, 92 mètres, Permien, 12 mètres (actuellement).

Séance du 2 Février 1914.

M. **H. Parenty** est élu correspondant pour la Section de Mécanique. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **H. Rosenbusch**, correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Humbert** : Sur quelques fonctions numériques remarquables. — M. **Gambier** : Sur les courbes algébriques à torsion constante, de genre non nul. — M. **A. Buhl** : Sur les extensions de la formule de Stokes, les équations de Monge-Ampère et les fonctions analytiques de deux variables. — M. **E. Cartan** : Sur l'intégration de certains systèmes d'équations différentielles. — M. **B. Boulyguine** : Sur la représentation d'un nombre entier par une somme de carrés. — M. **C. Polya** : Sur une question concernant les fonctions entières. — M. **L. Roy** : Sur le mouvement des milieux visqueux et les quasi ondes (voir t. XXIV, p. 950).

2° Sciences physiques. — M. **M. de Broglie** a répété les expériences de MM. Friedrich et Hupka sur les figures de diffraction obtenues en plaçant une plaque sensible à quelques centimètres d'une feuille métallique traversée par un faisceau de Röntgen. En opérant dans des conditions déterminées, on obtient un véritable spectre de rayons Röntgen, caractéristique du métal, et provoqué sans doute par la multitude de petits cristaux qui le forment. — M. **R. Fortrat** signale une nouvelle loi relative aux bandes spectrales dans le champ magnétique : Soient n l'écart naturel d'un groupement de raies (doublet ou triplet), δn sa diminution par le champ H ; la grandeur $n.\delta n/H^2$ est constante pour un même groupement tant que δn n'est pas trop grand ($\delta n < 2n/3$). — M. **L. Crussard** poursuit

ses études sur les limites d'inflammabilité et le retard spécifique d'inflammation. — M. G. **Charpy** montre que l'augmentation de fragilité produite dans l'acier par écrouissage prend des valeurs très différentes suivant la nature de l'acier employé, mais varie toujours très régulièrement avec la température à laquelle est effectuée la déformation, sans présenter de discontinuité, et passe par un maximum vers 250°. Il suffira donc pour éliminer les métaux dangereux de faire un essai aux environs de cette température. — M. M. **Drapier** a observé que l'agitation retarde la dissolution du cuivre dans l'acide nitrique. Pour lui, cette dissolution serait une réaction autocatalysatrice, et l'agitation de la solution, en diluant les produits de réduction de l'acide, retarderait le moment où leur concentration atteint le degré nécessaire pour que la réaction soit sensiblement catalysée. — M. E. **Tassilly** a étudié par la méthode spectroscopique la diazotation d'un certain nombre d'amines cycliques. Pour les unes, la diazotation est progressive, pour les autres elle croît très rapidement, pour quelques-unes elle est pratiquement instantanée. — MM. A. **Haller** et R. **Cornubert**, en traitant l'α-méthylcyclopentanone par l'amidure de sodium et CH^3I, ont obtenu successivement les dérivés αα-diméthylé, Eb. 145-146°, ααα'-triméthylé, Eb. 151-152°, et ααα'α'-tétraméthylé, Eb. 155-156°. L'action prolongée de l'amidure de sodium sur ce dernier provoque la rupture du noyau avec formation de l'amide de l'acide 2:2:5-triméthylcaproïque, F. 123°. — MM. P. **Sabatier** et M. **Murat** ont obtenu, par leur méthode d'hydrogénation catalytique, la décahydroquinoléine, Eb. 204-207°, et la décahydroquinaldine, Eb. 216°. — M. **Jay** signale qu'il a donné avant MM. Bertrand et Agulhon une méthode de dosage de l'acide borique au 1/10 de milligramme et dosé ce corps dans un grand nombre de substances alimentaires et autres. — M. M. **Nicloux** montre que la loi d'action de masses est applicable à l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang. — MM. Em. **Bourquelot** et M. **Bridel** ont reconnu que, lorsque deux ferments existent simultanément dans un milieu où ils peuvent exercer leur action glucosidiflante, ils se partagent le glucose selon les lois de la Chimie.

3° Sciences naturelles. — M. Ch. **Richet** a constaté qu'une première chloroformisation ne provoque pas de leucocytose, tandis que la seconde en provoque toujours. C'est le premier cas d'anaphylaxie par une substance non colloïde, mais c'est une anaphylaxie indirecte, provoquée non par le chloroforme lui-même, mais par les albumines du protoplasme qu'il a disloquées et dont les produits ont été déversés dans le sang. — MM. A. **Mayer** et G. **Schaeffer** ont étudié la teneur des divers tissus et du sang en lipoïdes après le refroidissement et au cours du réchauffement chez les homéothermes. Lorsqu'il y a réchauffement, on observe toujours une augmentation notable de la concentration du phosphore lié aux lipoïdes. — M. H. **Guillemard** a observé que les lapins transportés au Mont Blanc présentent un taux d'urée et d'azote total très élevé à partir du troisième jour, et surtout une teneur très élevée du sérum en azote non uréique. — M. L. **Roule** a découvert une hémi-larve formant le passage de la phase larvaire *Tilurella* à la forme adulte *Nemichthys*. La *Tilurella* est donc la larve de *Nemichthys* et doit être désignée sous le nom de *Tilurella Nemichthydis*. — M. Ch. **Gravier** a trouvé sur les branches d'Alcyonaires rapportées de l'Antarctique sud-américaine un Crustacé parasite d'un type nouveau, se rangeant dans la famille des *Lamippidae*, et qu'il nomme *Isidicola antarctica*. — M. J.-L. **Dantan** a observé que la reproduction du *Gryphea angulata* commence dès la fin d'avril et s'étend sur une période au moins aussi longue que celle de l'*Ostrea edulis*. D'autre part, le *Gryphea* peut se reproduire dans les eaux bretonnes. Pour éviter l'envahissement des centres d'élevage, il suffirait de placer les collecteurs à un niveau moindre qu'actuellement. — M. P.-A. **Dangeard** a étudié le pouvoir de pénétration des rayons violets et ultraviolets au travers des feuilles. Les feuilles de *Tradescantia aurea*, *Pteris serrulata*, *Selaginella Kraussiana*, *Panicum variegatum*, laissent passer les radiations jusqu'à λ 253 ; elles sont donc plus transparentes que le verre. — M. G. **Chauveaud** présente ses recherches sur la constitution et l'évolution morphologique du corps chez les plantes vasculaires. — M. L. **Blaringhem** a obtenu des hybrides en fécondant le *Triticum monococcum* avec le pollen de lignées appartenant aux espèces *Tr. durum* et *Tr. polonicum*. Les grains obtenus dans le croisement *Tr. monococcum* >< *Tr. durum* ont donné des plantes vigoureuses qui doivent être rapportées à l'espèce *Tr. dicoccum*. — M. H. **Agulhon** et Mlle Th. **Robert** ont reconnu que l'Ur colloïdal est susceptible d'activer la formation de pyocyanase par une race de bacille pyocyanique qui en produit normalement. Mais il est incapable de faire apparaître la fonction chromogène dans les cultures de races qui sont dénuées de cette fonction. — M. Em. **Haug** communique de nouvelles observations sur la zone triasique de l'Huveaune, qui lui paraissent tout à fait contraires à l'hypothèse de l'enracinement de cette zone. — MM. L. **Bertrand** et A. **Lanquine** ont trouvé dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes, jusqu'à la vallée du Var, une nappe de terrains secondaires charriés, du système pyrénéo-provençal, qui est en continuité avec la nappe des Bessillons.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Janvier 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **Weir Mitchell**, correspondant étranger.

M. A. **Netter** présente un rapport relatif aux mesures spéciales de prophylaxie qu'il conviendrait de prendre dans la France continentale à l'égard de la lèpre. Bien que la lèpre soit en voie ininterrompue d'extinction en France, elle y manifeste encore en de rares circonstances un caractère indéniable de contagiosité. Des sujets sains n'ayant jamais quitté la France ont contracté la lèpre au contact de malades avérés, contaminés en France ou de provenance exotique. Il y a donc lieu de prendre en France des mesures en vue de prévenir la contagion de la lèpre. Ces mesures devront viser : l'isolement dans des établissements spéciaux des lépreux dangereux, la surveillance médicale des lépreux non susceptibles d'émettre des germes infectieux, et l'interdiction du territoire français aux lépreux de nationalité étrangère. — M. A. **Pinard** présente une série d'instructions destinées aux femmes bénéficiaires de la loi du 17 juin 1913 (femmes en couches), et devant être suivies et commentées par les dames visiteuses. — M. A. **Manquat** montre que la paraffine liquide et la vaseline officinale sont utilisables à l'intérieur, en particulier pour le traitement de la constipation, à la condition d'être chimiquement pures. La toxicité de ces substances, ingérées à dose thérapeutique, peut être considérée comme nulle. Ces hydrocarbures, pris à jeun, ne sont pas absorbés en quantité appréciable ; ils peuvent exercer, par suite, leurs actions physiques et mécaniques sur toute l'étendue du canal intestinal, contrairement aux huiles qui sont digérées et absorbées. Ils produisent ainsi sur le contenu intestinal des modifications de consistance qui en facilitent le glissement, la progression et l'expulsion. — M. P. **Lassablière** a constaté que les enfants nourris exclusivement, même dès leur naissance, avec le lait condensé ont une croissance normale ; même après dix-huit mois ou deux ans de ce régime, il n'a jamais observé de stigmates de scorbut ou de rachitisme. Le lait condensé a été bien toléré, même par les enfants malades.

Séance du 3 Février 1914.

M. le Président annonce le décès de M. O. **Morisani**,

associé étranger. — M. **Babinski** est élu membre dans la Section de Pathologie médicale.

M. **Gaucher**, à propos du rapport de M. Netter sur la lèpre, préconise l'établissement de sanatoriums pour lépreux, dans quelques îles de la côte française, avec résidence obligatoire. — M. **F. de Lapersonne** montre que le traitement chirurgical de la cataracte zonulaire n'est pas aussi simple qu'on l'a cru. Cette affection demande presque toujours deux et quelquefois trois interventions successives et, dans l'intervalle, l'œil opéré devra être surveillé avec soin; il devra être soumis, suivant les cas, aux mydriatiques ou aux myotiques, afin d'éviter des complications sérieuses.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 31 Janvier 1914.

M. **J. Jolly** a constaté que le jeune atteint le tissu lymphoïde à des degrés divers et provoque la raréfaction des cellules lymphatiques. L'ordre progressif d'action est le suivant : ganglions périphériques, amygdale, ganglions mésentériques, moelle osseuse, appendice, rate, bourse de Fabricius, thymus. — M. **F. Regnault** pense que le sac aérien des oiseaux, quand il est extensible, peut jouer le même rôle que la dilatation des joues chez les verriers et certains instrumentistes : prolongement de la durée du souffle ou du son. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** montrent que le corps jaune ne détermine pas seulement le développement gravidique de la mamelle; il sensibilise en outre les cellules mammaires à l'action d'un autre facteur qui doit être une sécrétion interne et qui détermine ces cellules à manifester leur fonction sécrétoire. — M. **A. Briot** a constaté que le mode d'immunisation le plus favorable à la production d'antiprésure paraît être l'injection journalière de petites doses de présure active par la voie péritonéale. On provoque également la formation d'antiprésure par l'inoculation de présure détruite par la chaleur. — M. **H. Iscovesco** représente le poids de chaque organe par le poids du corps élevé à une puissance fractionnaire x ou par le poids de la somme des organes élevé à une autre puissance y; il a calculé les coefficients x et y pour chaque organe. — M. **H. Piéron** rappelle que le rôle des vibrations apériodiques dans la genèse des sensations de bruits a déjà été signalé par Lehmann avant MM. Gilbert, Tzanck et Gutmann. D'autre part, une distinction de nature physique entre bruits et sons se heurte aux objections les plus graves. — MM. **E. Bardier** et **D. Clermont** montrent qu'avec un tube de Tuffier de 2 millimètres le débit sanguin de la transfusion chez l'homme peut correspondre à 125 grammes à la minute pour une transfusion d'une durée de 13 minutes. — M. **A. Mougeot** a observé la suppression constante, après injection sous-cutanée d'atropine, du réflexe oculo-cardiaque, que celui-ci fût normal, exagéré ou inversé avant l'injection. Ce résultat est obtenu au bout de 25 à 45 minutes. — M. **L. Camus** montre que, parmi les actions qui se produisent au sein des liquides anesthésiques employés à la stérilisation, il y a lieu de considérer surtout l'exosmose cellulaire, laquelle permet d'obtenir facilement des liquides actifs exempts de microbes, dont l'emploi ne nécessite au préalable ni filtration, ni adjonction d'antiseptiques. — M. **F. Noc** a retrouvé après six années des kystes amibiens dans des sédiments humides conservés à l'obscurité et à l'abri de l'oxygène. — MM. **C. Levaditi**, **A. Marie** et **de Martel** préconisent le traitement de la paralysie générale par l'injection intracranienne de sérum de lapins syphilitiques salvarsanisés. — MM. **Ch. Achard** et **E. Feuillié** ont déterminé l'azote uréique et l'azote dosable par l'hypobromite de soude dans le sérum sanguin. Leur différence indique le degré de rétention des corps azotés non uréiques et éclaire sur le dommage qu'en peut ressentir l'organisme. — M. **L.-G. Seurat** a étudié la morphologie de l'ovéjecteur des *Tropidocerca*. Le diverticule sacciforme du *Tropidocerca fissispinna* n'est pas un réceptacle séminal, mais une bourse copulatrice analogue à celle de divers insectes. — M. **Alb. Fournier** décrit une méthode de dosage des lipoïdes dans le sang, basée sur un épuisement à l'acétone précédant l'épuisement à l'alcool. — MM. **A. Distaso** et **J. Schiller** ont étudié la transformation de la flore intestinale chez des rats soumis à divers régimes. — MM. **A. Besredka** et **J. Manoukhine** ont essayé la réaction de fixation chez les tuberculeux. Elle paraît nettement positive au stade initial de la maladie, et plus ou moins marquée à des stades plus avancés. — MM. **R. Debré** et **J. Paraf** décrivent une technique modifiée de la réaction de l'antigène.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 Janvier 1914.

M. **C. Gerber** étudie l'action des sels neutres sur la saponification du jaune d'œuf par la lipase du latex d'*Euphorbia characias* et par celle des graines de ricin. — M. **G. Daumézon** a reconnu que les Ascidies, à diverses époques de l'année et de leur évolution saisonnière, renferment toujours du fer en proportion déterminée. Un peu de ce fer se trouve à l'état soluble, le reste à l'état organique. Il est localisé surtout dans la chair, à l'exclusion du jus. — M. **J. Livon fils** a obtenu d'excellents résultats dans le traitement de la blennorragie par le vaccin antigonococcique atoxique de Nicolle et Blaizot.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Janvier 1914.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué pour l'année 1914 : MM. le général **Bourgeois**, président; **J. Violle**, vice-président; **M. de Broglie**, secrétaire général; **Ed. Bauer**, secrétaire; **H. Labrouste**, vice-secrétaire; **Ph. Pellin**, archiviste-trésorier.

M. **H. Labrouste** : *Couches monomoléculaires; nouveaux procédés d'observation.* On connaît les expériences de M. Devaux effectuées avec la poudre de talc comme indicateur des couches monomoléculaires. M. Labrouste montre qu'on peut déceler la présence de substances étrangères à la surface de l'eau, immédiatement et sans l'aide d'un indicateur auxiliaire. Il suffit d'observer les phénomènes d'ombre ou de lumière qui se produisent sur le fond d'une cuvette de porcelaine, lorsqu'on souffle sur la surface liquide éclairée par une lampe placée dans le voisinage. L'auteur distingue trois cas : 1° *Cas d'une surface portant un nombre de molécules inférieur à celui qui correspond à une couche monomoléculaire.* Ce cas comprend comme cas limite celui de l'eau pure. On observe sur le fond de la cuve lorsqu'on souffle obliquement sur la surface, une ombre qui s'avance sous l'action du souffle; cette ombre, due à des plissements de la surface, est grise dans le cas d'une surface d'eau pure et devient au contraire presque noire dans le cas où la surface porte un nombre élevé de molécules étrangères, inférieur toutefois à celui d'une couche unique de molécules contiguës. 2° *Cas d'une surface portant une couche monomoléculaire.* Le phénomène observé est tout différent. A la place d'une ombre grise ou noire, on obtient, lorsqu'on souffle sur la surface, une ligne lumineuse sur le fond de la cuvette; elle provient d'un bourrelet liquide formé sur la surface, à la limite de la couche monomoléculaire et de la surface d'eau pure. Ce bourrelet concentre la lumière suivant la ligne lumineuse observée. Le passage du premier cas au deuxième, c'est-à-dire de l'ombre noire à la ligne lumineuse, se fait d'une façon brusque. 3° *Cas d'une surface portant un nombre de molécules supérieur à celui qui correspond à une couche monomoléculaire.* On n'observe plus

aucun des caractères sus-mentionnés, ce qui permet de distinguer ce cas des deux précédents. L'auteur décrit une série de procédés permettant d'observer, sans souffler, les phénomènes précédents et indique certaines catégories de substances qui leur donnent naissance. En dehors des corps, assez nombreux, susceptibles de former des couches monomoléculaires, on peut citer, comme fournissant des pellicules et donnant lieu aux mêmes apparences, une émulsion aqueuse de gomme-gutte (dont on dépose une goutte à la surface d'une eau pure), la fumée de tabac, les substances étrangères déposées par les doigts qu'on trempe dans l'eau, les poussières de l'air, etc. Les matières salines en solution saturée, ou simplement concentrée, donnent fréquemment des pellicules superficielles; ces pellicules ne paraissent pas dues, en général, au corps dissous, mais à des impuretés (peut-être grasses) qui l'accompagnent. Les sels fondus (NaCl, CO^3Na^2) ne donnent plus les pellicules en question. Il est intéressant de rapprocher, à propos de la formation de ces voiles superficiels, les remarques de M. Sentis relatives aux variations de tension superficielle qu'éprouvent les solutions salines avec le temps. Ces variations s'expliquent parfaitement par la formation des pellicules qui se forment à la surface et dont on peut suivre l'évolution avec la plus grande facilité. — Enfin de séance, M. **M. de Broglie** projette une photographie d'un spectre des rayons de Röntgen, émis par un tube à anticathode de platine et muni d'une fenêtre en verre transparent au lithium (verre Lindemann). Le spectre montre, outre les bandes caractéristiques, plus de trente raies appartenant aux spectres des premiers et seconds ordres avec un aspect tout à fait comparable à celui des bons spectrogrammes de rayons lumineux ordinaires.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 9 Janvier 1914.

La Société procède au renouvellement d'une partie de son bureau. **M. C. Poulenc** est élu président pour un an. MM. **Ch. Moureu** et **André** sont élus vice-présidents pour deux ans. M. **A. Hébert** est nommé secrétaire pour deux ans.

Séance du 23 Janvier 1914.

M. A. Gautier : Le rôle du fluor dans l'économie animale (voir p. 125). — M. **Javillier** signale, comme une source importante d'erreur dans l'étude expérimentale de l'action des éléments chimiques sur les végétaux, la présence de traces de zinc dans le verre des matras qui renferment les milieux de culture. Ce zinc, en se dissolvant dans les liquides nutritifs, influe sur la croissance des végétaux qu'on y cultive, ce qui peut bouleverser du tout au tout les résultats expérimentaux. M. Javillier donne de ce fait des exemples tirés de ses études sur l'action du zinc, du cadmium et du glucinium sur la croissance des champignons inférieurs (*Sterigmatocystis*, *Pœcilomyces*). L'auteur a prouvé la réalité de l'intervention du zinc dans les phénomènes observés en retirant du verre d'Iéna une quantité de zinc plus que suffisante pour fausser complètement le sens des expériences et conduire à des interprétations erronées.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 1er Décembre 1913.

Séance anniversaire annuelle. La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi composé :
Président : Sir **William Crookes**;
Secrétaires : Sir **J.-R. Bradford** et M. **A. Schuster**;
Secrétaire pour l'étranger : M. **D.-H. Scott**;
Trésorier : M. **A.-B. Kempe**.

Séance du 8 Décembre 1913.

1° Sciences physiques. — MM. **A.-P. Laurie**, **W. Mc Lintock** et **F.-D. Miles** ont recherché par quels moyens était fabriqué le *bleu égyptien* employé en Egypte depuis la IVe dynastie jusqu'à l'époque classique. Ils confirment la conclusion de Fouqué, que le bleu est un silicate double, consistant principalement en Ca et Cu, mais dans lequel ces métaux peuvent être partiellement remplacés par des alcalis. Quand de la soude, de la chaux et du carbonate de cuivre sont chauffés avec un excès de sable, il se forme un verre vert autour des particules de quartz aux environs de 800°C. A environ 840°, un silicate double commence à cristalliser de ce magma, lequel se dissout complètement et forme un verre vert à 890°. La découverte de ce composé par les Egyptiens est due sans doute à leur habitude de vernisser de petits objets en grès avec une couverte en cuivre verte. — M. **A. Compton** a déterminé la température optimum de l'hydrolyse de la salicine par un extrait d'amandes douces. Elle est uniformément de 34°C. et se montre indépendante de la concentration du substratum et de celle de l'enzyme.

2° Sciences naturelles. — M. **J.-H. Mummery** : *Le processus de calcification dans l'émail et la dentine.* Bien qu'on ait beaucoup écrit sur la calcification des dents, le mode de dépôt des sels de chaux a été peu étudié. L'auteur montre que, tant dans la dentine que dans l'émail, les sels de chaux sont déposés sous forme globulaire, malgré la composition chimique des tissus finis. Ce fait est probablement dû à la prépondérance des carbonates dans les tissus jeunes, car les sels de chaux ne sont pas déposés sous forme globulaire dans les substances colloïdes quand les phosphates sont en excès. La forme typique des calcosphérites dans la dentine est concentrique; les lamelles de dentine sont dues à l'extension des éléments des calcosphérites. Dans l'émail, les calcosphérites sont radiales. — MM. **J.-B. Farmer** et **L. Digby** montrent qu'il n'est pas possible de soutenir que la largeur des chromosomes est un caractère constant pour les grands phyllum du règne animal, car il existe non seulement des différences individuelles appréciables, mais pour des espèces très voisines, comme le homard et la crevette, ces différences s'élèvent à 60 % au moins. — M. **C.-F.-U. Meek** : *Le rapport entre les longueurs du fuseau dans les métaphases du spermatocyte chez l'Helix pomatia.* La longueur du fuseau mitotique (distance entre les centrosomes) est de 15,3 μ à la fin de chaque métaphase primaire du spermatocyte, et de 12,1 μ à la fin de chaque métaphase secondaire chez l'*Helix pomatia*. Le rapport entre ces deux longueurs est à peu près identique chez l'*Helix pomatia*, la *Forficula auricularia* et l'homme. — Sir **F. Darwin** : *Méthode pour l'étude de la transpiration.* Pour exclure du problème l'action des stomates, dont l'ouverture ou la fermeture augmente ou diminue la surface d'évaporation, l'auteur les ferme en recouvrant la surface de la feuille de vaseline ou d'un autre corps gras, puis place les espaces intercellulaires en communication avec l'air extérieur en coupant la feuille en bandes. L'expérience montre que les feuilles ainsi préparées transpirent avec des vitesses comparables à celles des feuilles normales et qu'elles se comportent normalement par rapport aux influences extérieures. Ainsi, leur transpiration diminue lorsque l'humidité de l'air augmente. Mais elle se poursuit encore dans l'air saturé parce que la température de la feuille est supérieure à celle de l'air. — Sir **F. Darwin** : *L'effet de la lumière sur la transpiration des feuilles.* L'objet des recherches était de montrer les différences de transpiration produites par des périodes alternatives de lumière diffuse et d'obscurité. Les expériences ont été faites sur le laurier (*Prunus laurocerasus*) et le lierre (*Hedera helix*). Les résultats sont variables; seule la moyenne d'un nombre considérable d'expériences exprime quelque chose.

Pour le laurier, le rapport moyen des vitesses de transpiration à la lumière et à l'obscurité est de 132 : 100, pour le lierre de 136 : 100.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Décembre 1913.

M. J.-T. Cundall montre que le premier produit de l'action de l'acide sulfurique, surtout un peu dilué, sur le cuivre est du sulfate cuivreux, qui réagit ensuite sur l'acide en donnant du sulfure cuivreux et du sulfate cuprique. Puis le sulfure cuivreux est oxydé en sulfure cuivrique et en sulfate avec dégagement de SO^2; enfin le sulfure cuivrique donne du sulfate, avec un nouveau dégagement de gaz. — **M. A. Hopwood** a préparé un certain nombre de polypeptides, par la méthode habituelle, avec les acides gras supérieurs; ainsi l'α-amino-palmitylglycine, F. 222°-224°. Les dipeptides dérivés des acides palmitique et stéarique sont insipides ou légèrement amers, insolubles dans l'eau et les solvants organiques; ils donnent des composés cristallins caractéristiques avec le chlorure de β-naphtalènesulfonyle. — **MM. R.-M. Beesley** et **J.-F. Thorpe**, en éliminant 3HBr de l'éther glutarique tribromé $CH^3.C(CHBr.CO^2C^2H^5)^3$ au moyen d'une solution concentrée de KOH à 130°, ont obtenu un acide tricarboxylique $C^8H^8O^6$, où les 4 atomes de C portant CH^3 et les 3 COOH se trouvent aux 4 sommets d'un tétraèdre. Il constitue le type d'un nouveau système de composés cycliques. — **MM. R. Robinson** et **F.-S. Kipping** ont obtenu un nouveau produit de condensation du dibenzylsilicanediol, le dianhydrotrisdibenzylsilicanediol, $HO.Si(CH^2.C^6H^5)^2.O.Si(CH^2C^6H^5)^2.O.Si(CH^2C^6H^5)^2.OH$, en prismes massifs fondant à 82°. — **MM. T.-M. Lowry, R.-H. Pickard** et **J. Kenyon**, sur 35 liquides optiquement actifs, n'en ont trouvé que deux dont les dispersions rotatoire magnétique et optique soient approximativement égales. Cette égalité est sans doute fortuite et l'on doit admettre que la loi de Wiedemann, qui s'applique exactement au cas du quartz, ne se vérifie pas pour les liquides actifs. — **M. E.-R. Watson** expose l'idée, vérifiée par de nombreuses observations, que les colorants qui sont quinonoïdes dans toutes les formes tautomères possibles, présentent une coloration foncée, quelque simple que soit la molécule. Par contre, s'il y a pour une molécule la possibilité d'exister sous une forme non quinonoïde, elle ne peut avoir une coloration foncée quoique sa complexité moléculaire soit considérable. — **MM. E.-R. Watson** et **K.-B. Sen** ont préparé en partant de la quercétine une série de dérivés du phényl-1 : 4-benzopyrane pourvus de propriétés colorantes. — **MM. W.-E.-S. Turner** et **C.-Th. Pollard** décrivent un appareil perfectionné pour la détermination du poids moléculaire par la méthode de Landsberger-Sakurai. — **M. G.-W. Clough** a déterminé le pouvoir rotatoire optique de quelques dérivés de l'acide tartrique dans des solutions aqueuses d'halogénures de sodium et de baryum à diverses températures. Il est toujours plus faible qu'en solutions aqueuses correspondantes — **M. A.-W. Crossley** a préparé le 5-bromo-*o*-3 xylénol en partant du nitroaminoxylène; il fond à 84°. — **MM. N.-G.-S. Coppin** et **A.-W. Titherley**, en condensant l'hydrate de chloral avec le carbamide, en proportions équimoléculaires, ont obtenu un mélange de β-trichloro-α-hydroxyéthylcarbamide et de di-(β-trichloro-α-hydroxy-éthyl)-carbamide. En solution concentrée, le premier prédomine, à moins qu'un acide minéral ne soit présent, qui favorise catalytiquement la production du second. S'il y a une molécule d'hydrate de chloral pour deux de carbamide, la formation du second est empêchée, à moins qu'il n'y ait un acide minéral. — **M. S.-I. Lévy** a condensé les éthers de plusieurs amino-acides avec le dicarboxyglutaconate d'éthyle; à l'exception du glycylméthylènemalonate d'éthyle, qui est un solide blanc, les autres composés formés sont des huiles jaunes visqueuses, facilement décomposées par les acides et les alcalis. — **MM. G.-G. Henderson, J.-A.-R. Henderson** et **I.-M. Heilbron** ont réexaminé le spectre d'absorption d'une série de cétones aliphatiques soigneusement purifiées; ils ont reconnu que la bande d'absorption caractéristique de l'acétone se retrouve dans tous ces composés. — **M. A.-G. Perkin** critique les récents travaux de Nierenstein et Spiers sur la purpurogalline. — **M. D.-F. Twiss**, en faisant agir H^2O^2 sur les alkylthiosulfates de sodium en solution acide, a obtenu avec d'excellents rendements les disulfures correspondants. Dans les mêmes conditions, l'*o*-nitrobenzylsélénosulfate de K donne le diséléniure de di *o*-nitrobenzyle. — **M. G.-W. Clough**, étudiant la configuration des alcools secondaires normaux optiquement actifs des séries $CH^3.CH(OH).R$, $C^2H^5.CH(OH).R$ et $(CH^3)^2CH.CH(OH).R$, préparés par Pickard et Kenyon, arrive à la conclusion que les premiers membres des deux premières séries dextrogyres doivent être représentés ainsi :

CH^3	CH^3	CH^3	CH^3
|	|	|	|
$HC.OH$	$HC.OH$	$HC.OH$	$HC.OH$
|	|	|	|
CH^3	C^2H^5	C^3H^7	C^4H^9
Inactif.	*d* —	*d* —	*d* —

Série méthylique *d*.

C^2H^5	C^2H^5	C^2H^5	C^2H^5
|	|	|	|
$HC.OH$	$HC.OH$	$HC.OH$	$HC.OH$
|	|	|	|
CH^3	C^2H^5	C^3H^7	C^4H^9
l —	Inactif.	*d* —	*d*

Série éthylique *d* —.

Le *l*-méthyléthylcarbinol serait le premier membre optiquement actif de la série éthylique droite, et les deux premiers membres actifs des deux séries méthylique et éthylique seraient les deux formes énantiomorphes de la même substance. L'examen des courbes de rotations moléculaires, tracées dans cette hypothèse, confirme ces conclusions. — **M. R.-P. Worley** a déterminé la tension superficielle de solutions de quelques liquides (aniline, phénol, alcool isobutyliqu) qui sont seulement partiellement miscibles à l'eau. La faiblesse de la tension superficielle de ces solutions est due au manque de solubilité du corps dissous, les liquides près de leur limite de solubilité formant des solutions qui sont plutôt de nature colloïdale que de vraies solutions. — Le même auteur a déterminé la tension superficielle et la tension de vapeur d'un certain nombre de mélanges de liquides. Quand l'une des valeurs obéit à la règle des mélanges, l'autre y obéit aussi. Mais quand les tensions superficielles sont plus grandes que celles qu'on calcule par la règle des mélanges, les tensions de vapeur sont moindres, et *vice-versa*. — **M. P. May** montre que les thioanilides, bien qu'ordinairement représentés comme des thiocétones $R.AzH.CS.R^1$, réagissent dans quelques cas comme iminomercaptans $R.Az:C(SH).R^1$. L'Az-méthylthiobenzanilide fond à 90°-91°, le S-méthylthiobenzanilide tautomère à 63° 64°. — **M. N.-M. Gupta** a préparé du cyanure de plomb pur en faisant cristalliser une solution bouillante de cyanure de plomb précipité dans l'acide cyanhydrique. Il cristallise en aiguilles jaunes, non attaquées par les acides nitrique et sulfurique concentrés à froid, décomposées par l'eau en oxycyanure. — **M. J. Holmes**, partant de l'hypothèse qu'un liquide pur est formé de molécules sphériques identiques, en déduit que tous les liquides dont les sphères moléculaires ont des rayons égaux sont miscibles en toutes proportions. Dans les mélanges binaires, cette miscibilité mutuelle continue jusqu'à ce que le rapport des rayons respectifs atteigne 1,618, bord de la miscibilité partielle. Quand le rapport dépasse cette valeur, le mélange se sépare en deux couches, dans

chacune desquelles la distribution des molécules dépend du rapport jusqu'à ce qu'il atteigne 2,414, valeur au delà de laquelle les liquides ne sont plus miscibles. L'intermiscibilité des liquides ne dépendrait donc que du volume moléculaire, et non de la constitution chimique. — M. R Gilmour, en réduisant la dihydroxyvalérolactone par l'amalgame de Na en solution aqueuse, a obtenu un méthyltétrose inactif, sirop jaune pâle dont l'osazone fond à 140°-142°, et un méthyltétritol, dont le dérivé tétrabenzoylé fond à 136°-137°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 15 Octobre 1913.

MM. J. H. Paterson et R. E. Forbester ont pratiqué la distillation fractionnée des bois de pins anglais mélangés. La térébenthine obtenue ne se distingue pas pratiquement de la térébenthine américaine. Le goudron contient 9,5 °/₀ de corps phénoliques (monophénols et crésol), 10 °/₀ de corps basiques, 36 °/₀ d'huiles d'hydrocarbures (pinène et ses homologues) et 25,5 °/₀ de résidus de poix.

Séance du 10 Décembre 1913.

M. G. S. Robertson montre que la solubilité dans l'acide citrique n'a aucune valeur pour juger de l'assimilabilité des engrais phosphatiques par les plantes. Le but original de l'essai à l'acide citrique, qui était de déceler des adultérations, semble seul justifié. — M. G. Weymann montre que des erreurs sérieuses peuvent s'introduire dans l'analyse d'un gaz d'éclairage si l'on n'enlève pas d'abord les vapeurs d'hydrocarbures (par l'alcool). A moins de tenir compte de ces vapeurs (benzène principalement), la valeur calorifique calculée peut différer considérablement de la valeur déterminée. La valeur calorifique acceptée pour les oléfines, qui est généralement employée pour les vapeurs d'hydrocarbures, est trop élevée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 11 Décembre 1913.

M. W. Nernst : *Au sujet de la thermodynamique des systèmes condensés.* Après avoir discuté les équations générales indiquées par Helmholtz, l'auteur, grâce à une transformation appropriée, les applique au cas des pressions extérieures constantes. Il présente ensuite les compléments à ajouter à ces équations, en recourant au théorème thermodynamique établi par lui-même. Le traitement de l'équation d'état, des processus chimiques et électro-chimiques, de l'aimantation, de la tension superficielle et des phénomènes thermo-électriques, découle simplement des formules mentionnées ci-dessus. L'influence des chaleurs spécifiques est particulièrement importante; les formules revêtent une forme simple et claire, lorsque, d'une manière générale, on adopte l'hypothèse qu'aux basses températures, les chaleurs spécifiques sont proportionnelles à la troisième puissance de la température absolue, indépendamment de la pression sous laquelle se trouvent les substances, leur état aimanté ou non, etc.

A. G.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Décembre 1913.

M. E. Wertheimer : *L'influence des effluves sur l'effet Volta.* Les expériences faites sur Pt, Au, Ag, Cu, Fe, Ni, Pb, Cd et Zn font voir que les effluves, au sein de l'air ou de l'oxygène, permettent de réaliser une polarisation (de l'ordre de 1 volt) de l'effet Volta, les métaux devenant plus électronégatifs. Les effluves au sein de H^2 permettent de faire disparaître instantanément cette polarisation. Le même résultat est obtenu en tenant le disque métallique, pendant quelques secondes, au-dessus de l'eau bouillante. Une disparition graduelle de cette polarisation se produit spontanément au bout de quelques heures ou de un ou deux jours. Dans une pile Cd-Cd, l'auteur établit une tension de polarisation de 1,75 volts. — M. M. de Broglie : *Sur une méthode pour photographier les spectres des rayons X.* Description d'une méthode récemment présentée à l'Académie des Sciences de Paris. — M. Fr. Hauser : *Méthode et essais pour déterminer les vraies tensions dans les expériences de traction aux températures quelconques.* Les méthodes usuelles ne permettant de déterminer les vraies tensions qu'aux températures ordinaires, l'auteur a établi une méthode photographique donnant les sections minima et, par conséquent, la tension moyenne maxima agissant au moment de l'expérience, à des températures quelconques. Dans le cas du zinc, les tensions rapportées aux sections initiales ne se distinguent que peu des tensions vraies. C'est que la diminution de section est très faible. Aux températures élevées, le zinc se ramollit et, par conséquent, subit des variations de forme plus considérables; aussi la différence entre les tensions observées et calculées est-elle, dans ce cas, plus grande. Chez l'étain et, d'une façon générale, chez toutes les matières subissant un fort rétrécissement de section, il y a désaccord absolu entre les valeurs observées et calculées. — M. E. Warburg : *Remarques relatives au dédoublement des lignes spectrales au sein d'un champ électrique.* L'auteur fait voir que la théorie de Bohr, tout en expliquant, en quelque sorte même quantitativement, l'effet des champs magnétiques et électriques sur l'émission des lignes spectrales, n'en constitue aucunement une explication parfaite et, en tout cas, qu'elle exige des modifications ou des additions. Un fait digne de note, c'est que, d'après cette théorie, l'effet électrique serait proportionnel au *quantum h* de Planck, tandis que l'effet magnétique en est indépendant. L'effet électrique rentrerait ainsi dans les phénomènes incapables d'une explication basée sur l'Electrodynamique classique. — MM. K. Scheel et W. Heuse : *Sur la détente absolue du verre de quartz jusqu'à la température de l'hydrogène liquide.* Après avoir, il y a quelques années, étudié d'après la méthode de Fizeau la détente absolue du verre de quartz entre — 190 et + 100°, les auteurs étendent leurs mesures jusqu'à la température de l'hydrogène liquide (environ — 253° C.). Ils observent qu'après le passage par le minimum de longueur autrefois découvert (à environ — 80°), l'anneau en verre de quartz croît d'une façon continue, même au delà de — 190 et jusqu'à — 253°, c'est-à-dire que la courbe de détente présente une allure normale, même aux très basses températures. — M. M. Wolfke : *Au sujet de la théorie des quanta.* Dans cette troisième note préliminaire, l'auteur fait voir la possibilité de se faire de l'atome lumineux une conception qui reste à l'abri des objections formulées contre l'hypothèse des atomes lumineux, par M. Lorentz d'une part, M. Planck d'autre part. — MM. F. F. Martens et G. Zickner : *Machines électriques pour cours et exercices de laboratoire.* Les auteurs décrivent les machines employées, pour les premières expériences de cours et les premiers exercices de laboratoire, à l'Institut de Physique de l'Ecole des Hautes Etudes commerciales, à Berlin, notamment un groupe de machines exempts de fer. — MM. J. Franck et G. Hertz : *Au sujet de la théorie de l'ionisation par choc.* Les auteurs, dans plusieurs mémoires antérieurs, ont montré que les électrons, dans les collisions non ionisantes, sont, en général, réfléchis par les molécules gazeuses, tout en subissant une perte d'énergie d'autant plus grande que l'affinité électronique du gaz est plus considérable. Dans les gaz nobles, auxquels il ne convient pas d'attribuer

d'affinité électronique, ils n'ont, au contraire, observé aucune perte d'énergie, les collisions y ressemblant tout à fait à des collisions parfaitement élastiques. Dans le présent travail, ils discutent, en détail, l'importance de ce fait pour la théorie de l'ionisation par choc, en faisant remarquer surtout le désaccord entre leurs résultats et les bases de la théorie de Townsend; ils font voir aussi que les expériences relatives à l'ionisation par choc, au sein des gaz nobles, permettent de vérifier la justesse de leur manière de voir. — M. K. **Schwarzschild** : *Sur le dédoublement maximum dans l'effet Zeeman.* Grâce à l'introduction des champs magnétiques intérieurs, l'auteur modifie la théorie de Lorentz en sorte que les dédoublements maxima ne lui présentent plus de difficulté; même le maximum en apparence caractéristique des lignes de séries s'explique d'une façon simple. Il reste à savoir si la théorie de Lorentz ainsi amplifiée pourra être développée au même degré d'utilité que la théorie de Voigt. — M. K. **Eisenmann** : *Équation d'état canonique des solides.* L'auteur, il y a quelque temps, a réussi à déduire l'expression de l'énergie d'un solide, indiquée par MM. Planck et Einstein, de la notion d'entropie de Boltzmann, sur la base de la théorie des *quanta* et grâce à l'introduction d'une fonction de répartition. Dans le présent Mémoire, il élimine certains défauts de sa théorie primitive et il déduit une équation d'état satisfaisant le théorème de Nernst et qui, en même temps, conduit à la relation, indiquée par M. Grüneisen, entre le coefficient de dilatation et la chaleur spécifique. — Mlle **Eva von Bahr** et M. **J. Franck** : *Sur l'ionisation par les ions positifs.* Les auteurs étudient l'ionisation par le choc des ions dégagés d'un fil incandescent, d'après le procédé dont MM. Franck et Hertz s'étaient servis pour déterminer la tension d'ionisation des électrons[1]. Ils observent que les ions positifs sont des ionisateurs bien plus faibles que les électrons. D'autre part, ils ne réussissent pas à mettre en évidence une tension d'ionisation définie des ions positifs. S'il y en a pour les ions positifs, elle doit, au sein de l'air ou de l'hydrogène, rester au-dessous de 6 volts, c'est-à-dire être inférieure à celle correspondant aux électrons. — M. **W. Friedrich** : *L'influence de la dureté de l'ampoule Roentgen sur les phénomènes d'interférence présentés par les cristaux.* L'auteur met en évidence une influence bien marquée de la dureté de l'ampoule sur l'intensité relative des maxima d'interférence. Ce phénomène suggère la possibilité de déduire, des intensités des taches individuelles et des longueurs d'onde correspondantes, une véritable courbe de répartition d'intensité spectrale. — M. **J. Herweg** : *Sur le spectre des rayons X.* Dans une Note préliminaire, l'auteur avait fait voir comment on pouvait inscrire photographiquement, dans un petit intervalle spectral, les lignes du spectre des rayons X. Dans le présent travail, il décrit un spectrographe pour rayons X qui permet de photographier simultanément plusieurs ordres du spectre et de fixer les lignes avec une remarquable précision; il étudie, à l'aide de cet appareil, les lignes caractéristiques données respectivement par des anticathodes de platine et de tungstène.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Décembre 1913.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. K. **Przibram** confirme les résultats de son précédent travail sur le mouvement brownien des chaînes de bactéries tuées. Il a déterminé la résistance de frottement que subissent dans des liquides en rotation des bâtonnets à suspension bifilaire. En introduisant les résultats dans la formule d'Einstein relative à la rotation brownienne des chaînes de bactéries, on trouve pour le nombre de Loschmidt de ces dernières la valeur $5{,}6.10^{23}$, avec une incertitude de 20 %. — Mlle **M. Vogl** a déterminé les mobilités des particules d'or pulvérisées électriquement d'après leur mouvement brownien. Elles sont différentes dans le champ de la pesanteur et dans le champ électrique, d'où l'on déduit que la forme de ces particules s'écarte notablement de la sphère. Leur charge s'approche de celle de l'électron, ou d'un multiple; les valeurs inférieures de la charge élémentaire trouvées par Ehrenhaft s'expliquent par la non applicabilité de la loi de Stokes ou de Cunningham à ces particules. — M. **A. Lampa** détermine les intensités de courant induites dans des anneaux repoussés par une bobine primaire parcourue par un courant alternatif. — M. **J. Hattwich** a constaté, pour un certain nombre de substances solides et liquides, une proportionalité complète entre l'intensité de la lumière de fluorescence et celle de la lumière excitatrice. — M. **O. Kresta** a déterminé la conductibilité calorifique d'une dizaine d'oxydes métalliques; elle est de l'ordre de 10^{-3}, comme celle de la plupart des corps solides et liquides non métalliques, et paraît diminuer avec la densité. — M. **P. Lammer** a fait réagir divers dérivés organo-magnésiens sur l'α-naphtoate de méthyle et obtenu les carbinols correspondants. — MM. **H. Meyer** et **H. Tropsch** ont préparé l'acide lutidique. F. 248°-250°, par isolement de son éther du produit d'oxydation du mélange lutidique du goudron de houille. Il peut être facilement dégradé en αγ-diaminopyridine, F. 107°. L'acide dinicotinique peut être transformé de même en ββ diaminopyridine, F. 110°-111°. — M. **J. Zellner** a déterminé les constituants de cinq Phanérogames hétérotrophes : deux saprophytes et trois parasites. Leur composition ne présente pas d'analogie avec celle des champignons.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **L. von Lorenz** a trouvé, parmi les singes rapportés d'Afrique par R. Grauer, une sous-espèce de *Lasiopyga leucampyx* qui semble nouvelle, et qu'il décrit sous le nom de *sibatoi*.

Séance du 18 Décembre 1913.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **E. Lohr** : L'intégration de l'équation différentielle : $\nabla^2 s = k^2 (\partial^2 s/\partial t^2) - 4\pi f$. — M. **A. Lechner** expose une théorie du frottement de roulement. Le moment du frottement de roulement d'un cylindre serait cinétiquement équivalent à une force simple, appliquée au centre du cylindre et égale à $\eta \left(\sqrt{rp}/r\right)$ P, où r est le rayon du rouleau, p la pression par unité de longueur et P la pression normale.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Kurtenacker** : La cinétique de la réaction iodate-nitrite. — M. **E. Späth** montre que les éthers-oxydes sont décomposés à haute température par les halogénures d'alkylmagnésium, les éthers aryliques plus vite que les éthers aliphatiques. Les éthers phénoliques donnent des phénolates. — Le même auteur a constaté que les stilbènes symétriques se forment facilement par action des halogénures d'arylmagnésium sur le chlor et le bromacétal et élimination d'eau (par ébullition avec H^2SO^4 dilué) du produit $R.CH^2CH(OC^2H^5).R$ d'abord formé. Les stilbènes non symétriques s'obtiennent en faisant réagir un halogénure organo-magnésien sur le produit $R.CHOH.CH^2Cl$ obtenu avec l'aldéhyde chloracétique.

[1] *Verh. d. Deutsch. Phys. Ges.*, t. XII, p. 34, 1913.

Le Gérant : A. MARETHEUX.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 5 15 MARS 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

John Milne. — L'année dernière a vu disparaître l'un des plus grands pionniers de la Sismologie moderne, John Milne.

Né en 1850, il fit ses études à l'Ecole royale des Mines de Londres ; à l'âge de vingt-cinq ans, il accepta du Gouvernement japonais le poste de professeur de Géologie et de l'Art des Mines à l'Université de Tokio, et pendant près de vingt ans résida au Japon. Son attention fut bientôt attirée par la fréquence des phénomènes sismiques dans ce pays, et il s'attacha avec ardeur à leur étude. Il créa un instrument délicat pour l'observation et l'enregistrement exact des mouvements sismiques compliqués. Son enthousiasme pour l'étude se communiqua aux Japonais, et avec leur coopération il put établir un Service sismologique dans le pays, embrassant près de 1.000 stations d'observation. Il fonda la Société sismologique du Japon, et dans ses volumineuses *Transactions*, dues en grande partie à sa plume infatigable, il rassembla les observations et les déductions qui ont permis de donner à la Sismologie la place qui lui revient parmi les sciences exactes de la Terre.

Quand il rentra définitivement en Angleterre en 1895, le premier soin de Milne fut de chercher un endroit approprié à l'érection d'un Observatoire sismologique ; il choisit Shide, dans l'île de Wight, qui devint bientôt célèbre comme le centre d'un grand réseau de stations d'observation organisées sur un modèle identique, dans toute l'Angleterre et ses possessions, et même à l'étranger, sous les auspices de l'Association britannique pour l'avancement des sciences. Les renseignements qui lui parvenaient de toute part étaient discutés chaque année par Milne dans ses classiques *Reports* à l'Association britannique, trésors d'observations et de suggestions judicieuses qui caractérisent un esprit largement ouvert à tous les aspects du problème sismique.

Plusieurs pays d'Europe entreprirent à leur tour l'enregistrement des tremblements de terre, et enfin une Association internationale de Sismologie se fonda pour concentrer les efforts de ceux qui s'intéressent à la solution des problèmes sismiques. Si Milne avait vécu, il eût occupé une position en vue au sein de cette Association et rendu des services éminents à cette organisation internationale. Mais, depuis quelques années, sa santé s'était altérée, et il est mort après une courte maladie, le 30 juillet dernier. Sa carrière est un remarquable exemple de ce que peuvent accomplir pour la cause de la science une intelligence claire et une application persévérante.

§ 2. — Mathématiques

Les zéros de la fonction de Riemann. — Nous avons, à plusieurs reprises, entretenu le lecteur des études consacrées par plusieurs géomètres, — parmi lesquels il faut avant tout citer MM. Landau et Harald Bohr — à la fonction $\zeta(s)$ de Riemann et à la question de savoir si, conformément à l'assertion émise par le grand géomètre, tous les zéros de cette fonction (abstraction faite des entiers négatifs) sont de la forme $s = \frac{1}{2} + ti$ (t réel).

Cette étude — si loin qu'on soit encore d'apercevoir la solution complète — vient de faire un progrès décisif, le plus important peut-être jusqu'ici.

De part et d'autre de la droite lieu des points $s = \frac{1}{2} + ti$, traçons les deux parallèles $s = \frac{1}{2} - \varepsilon + ti$, $s = \frac{1}{2} + \varepsilon + ti$, où ε est un nombre positif quelconque.

Si petit que soit ce nombre, MM. Landau et H. Bohr démontrent que le nombre des zéros de $\zeta(s)$ non compris entre les deux parallèles en question et ayant leurs modules inférieurs à T, est au plus de l'ordre de T.

Comme le nombre total des zéros à module inférieur à T est de l'ordre de T log T, on voit que *le nombre des zéros compris entre les deux parallèles est infiniment grand par rapport au nombre de ceux qui leur sont extérieurs*, et cela quelque petit que soit ε.

Si donc rien ne prouve, jusqu'ici, qu'il n'y ait pas des

zéros dans toute la bande de largeur 1 dont un côté est l'axe imaginaire (et, en particulier, infiniment près des côtés de cette bande), il est certain que, à un nombre proportionnellement insignifiant près, ils sont tous situés très près de la droite de Riemann, ligne médiane de cette bande.

§ 3. — Physique du Globe

Mesure des perturbations du champ magnétique terrestre au voisinage des dynamos. — C'est un fait bien connu qu'une machine dynamo génératrice ou réceptrice trouble le champ magnétique terrestre, dans son voisinage et même, théoriquement, à toutes distances, jusqu'à l'infini. Les moteurs asynchrones, à courant alternatif simple ou polyphasé, n'utilisent que des champs tournants; aussi, grâce à leur inertie, les équipages magnétiques des galvanomètres ou des magnétomètres n'en paraissent pas influencés. M. Limb a effectué des mesures de ces perturbations à l'Observatoire magnétique de Lyon-Fourvières, et je crois intéressant de rapporter ci-après la méthode qu'il a employée à cet effet.

Comme il serait trop délicat de déterminer la perturbation en valeur absolue, le plus simple est de prendre pour unité la composante horizontale terrestre au lieu où se fait l'expérience et d'effectuer une mesure relative. Pour connaître la perturbation en un point donné, M. Limb plaçait successivement en ce point une petite boussole de déclinaison servant à donner la direction; puis on lui substituait un équipage magnétique, formé de deux petits aimants en forme d'U opposés par leurs pôles de même nom. L'équipage était suspendu au moyen d'un fil de cocon et lesté par un disque horizontal d'aluminium dont l'inertie permettait de ralentir les oscillations et, partant, d'en mesurer commodément la durée. Un miroir de galvanomètre fixé sur le fil et un chronomètre à pointage, au 1/5 de seconde, complétaient l'installation.

L'expérience se fait dans un lieu un peu éloigné de masses magnétiques importantes et surtout de dynamos en action. Avant tout, on éloigne le moteur à étudier; on laisse osciller l'équipage ou la boussole, sous la seule action du champ terrestre, et l'on note la durée de l'oscillation. On remplace alors la boussole par le moteur à expérimenter en orientant, par exemple, son axe de rotation dans le méridien magnétique. Soit t la durée de l'oscillation complète (supposée infiniment petite); si k est le moment d'inertie de l'équipage et m son moment magnétique, on sait que l'on a la relation $t = 2\pi\sqrt{\frac{k}{mH}}$, H étant la composante horizontale du magnétisme terrestre, qui agissait seule sans le moteur. On en déduit $H = \frac{4\pi^2 k}{m}\frac{1}{t^2}$, ou, si on considère le nombre d'oscillations par seconde, $N = \frac{1}{t}$, $H = \frac{4\pi^2 k}{m} N^2 = CN^2$; par suite, N^2 est la mesure de H.

En plaçant la boussole à une distance déterminée r du moteur, — successivement suivant le prolongement de l'axe de rotation, suivant une horizontale perpendiculaire à l'axe de rotation et passant par le centre de l'induit, suivant la verticale passant par ce même centre de l'induit, — on pourrait mesurer l'effet de la perturbation due à la simple présence de la masse de métal magnétique. Comme le but de M. Limb était de chercher l'effet du moteur *en travail*, il a opéré comme suit : plaçant une courroie assez longue sur la poulie du moteur afin de commander un frein éloigné, à l'aide d'un commutateur il lançait le courant dans un sens quelconque; le moteur est réglé à sa tension E et à son intensité de courant I normales. L'équipage oscille sous l'effet de la composante horizontale terrestre H et de la perturbation totale h_1 (inducteur et induit) due au moteur à la distance r (r étant en somme le rayon de la sphère décrite du point où se fait la mesure et dont la surface vient en contact avec le moteur). On remplace l'équipage oscillant par la boussole et on note la direction sur le cercle gradué; on pourrait alors arrêter le moteur et faire deux nouvelles mesures sans courant, mais, pour éviter l'effet du magnétisme induit par la Terre et surtout celui du magnétisme rémanant, on inverse le sens du courant donné par la source et on s'assure que la tension E et le courant I sont restés constants; à ce moment, la perturbation magnétique due au moteur est bien la même en valeur absolue, mais elle est de sens contraire h_2. La boussole dévie et oscille sous l'effet de R_2 résultant de H et de h_2; on note la durée t_2 et, quand l'aiguille est arrêtée, on relève sa direction sur le cercle gradué; on a eu successivement[1] :

$$\frac{R_1}{H} = \frac{N_1^2}{N^2} = \frac{t^2}{t_1^2} \quad \text{et} \quad \frac{R_2}{H} = \frac{N_2^2}{N^2} = \frac{t^2}{t_2^2}.$$

Dans le triangle $R_1O_1R_2$ (fig. 1), nous connaissons O_1R_1, O_1R_2 et l'angle compris qui est donné par la différence des lectures sur le cercle gradué; on en déduit $R_1R_2 = 2h$ et par suite h. Il faut ajouter que, si l'on voulait connaître la perturbation pour l'autre sens de rotation du moteur, il suffirait de recommencer, en inversant d'abord les connexions entre l'induit et l'inducteur : cette mesure n'aurait d'intérêt que si le moteur (ou l'ensemble électro-mécanique) était susceptible de tourner dans les deux sens.

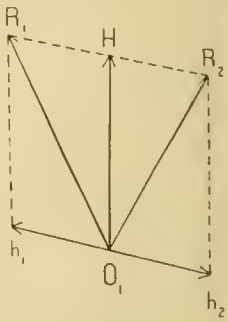


Fig. 1.

Les mesures ont été faites avec un moteur bipolaire à axe magnétique vertical à 8 ampères, 440 volts (4 chevaux effectifs), à 840 tours, commandant un ventilateur éloigné servant de frein. A une distance de 50 centimètres, la perturbation était de une fois et demie le champ terrestre et pouvait par suite *inverser* la boussole. La perturbation décroît rapidement avec la distance et à 2 mètres la valeur mesurée la plus forte est 0,065 de H, soit 1/15 du champ terrestre et par suite 1/75 de gauss. Ces expériences, dont M. Limb a bien voulu me communiquer la technique, sont intéressantes et méritaient d'être signalées dans la *Revue*; elles permettent d'ailleurs d'effectuer d'autres mesures et en particulier elles servent à évaluer la perturbation due séparément à l'inducteur et à l'induit.

H. Perrotin.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

Le rendement du travail de l'ouvrier mineur[2]. — Malgré les perfectionnements de toute sorte apportés à l'exploitation technique des houillères, on constate une diminution du rendement du travail de l'ouvrier mineur, calculée par tête, soit en établissant le calcul sur les ouvriers du fond, soit en le faisant porter sur toute la main-d'œuvre de l'exploitation.

[1] La durée de l'oscillation sert de mesure à l'intensité de R, car on a $t_1 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{mR_1}}$ ou $R_1 = \frac{4\pi^2 k}{m}\cdot\frac{1}{t_1^2} = CN_1^2$; d'où, en rapprochant de la relation écrite plus haut, $\frac{R_1}{H} = \frac{t^2}{t_1^2}$. D'ailleurs la perturbation n'est pas la même pour les deux sens de rotation, car la composante horizontale de l'effet résultant — composante qui seule trouble la composante horizontale terrestre — n'a pas la même valeur en un point.

[2] D. Bellet : Le rendement de l'ouvrier mineur des houillères. *L'Economiste français*, 3 janvier 1914.

Cette diminution ne va pas sans neutraliser dans une certaine mesure la part d'accroissement de la production due à l'emploi toujours plus grand du machinisme.

Dans les houillères de la Grande-Bretagne, en tenant compte de l'effectif total du personnel, la production en tonnes, par ouvrier employé, a baissé de 311 tonnes, en 1899, à 297 tonnes en 1906, à 261 en 1910 ; si l'on ne considère que les ouvriers du fond, la constatation est la même et l'on observe que, de 1906 à 1910, la productivité par ouvrier s'est abaissée de 369 à 325 tonnes.

Malgré l'accroissement énorme de la production houillère en Allemagne, les statistiques aboutissent au même résultat : la productivité de l'ouvrier de fond a passé de 371 tonnes en 1906 à 332 tonnes en 1909. En Belgique, où le rendement est beaucoup moins élevé par suite de la réduction des couches exploitées et de leur profondeur croissante, les chiffres pour l'ouvrier de fond ont baissé également de 173 tonnes, en 1899, à 162 tonnes, en 1908, avec un relèvement à 167 tonnes en 1910.

Pour la France, nous possédons des statistiques plus anciennes et qui, par le double mouvement qu'elles indiquent, sont des plus intéressantes. Elles sont établies pour l'ensemble de tout le personnel d'exploitation, et elles accusent d'abord une progression régulière, qui va d'un rendement annuel, par ouvrier, de 124,5 tonnes, en 1830, à 156 tonnes en 1875, à 214.5 tonnes en 1890. C'est le maximum atteint, puis la courbe redescend rapidement à 204 tonnes en 1895, à 195 tonnes en 1910, avec des relèvements à 208 tonnes en 1903 et 205 tonnes en 1905. La constatation est la même en comparant les productions de la journée moyenne de l'ouvrier.

Cette diminution du rendement se traduit dans l'augmentation du prix de revient en relevant les frais de main-d'œuvre par tonne de charbon. En France, de 1889 à 1912, ils ont passé de 5 fr. 12 à 7 fr. 45, mais dans cet accroissement figurent les augmentations de salaires et les charges résultant des nouvelles lois sociales, qui constitueraient un surcroît de salaire annuel de 100 à 200 francs par tête d'ouvrier. Ces surcharges positives peuvent être considérées comme inéluctables et comme une conséquence directe du progrès social, mais il n'en est pas de même de la surcharge négative, provenant de la diminution du rendement de l'ouvrier et que l'on peut regarder comme antiscientifique. Quelles causes faut-il invoquer ? Une cause législative : M. de Launay, cité par M. D. Bellet, attribue cette réduction à l'influence des lois sociales qui, votées en vue de réduire le temps de travail, assimilent le paresseux et le laborieux, en diminuant, par suite, le rendement utile de ce dernier. Une cause psychologique : la restriction volontaire de productivité de l'ouvrier, mécontent de son sort à la suite des revendications socialistes. Une raison d'incapacité professionnelle, résultant, d'après M. Bodin, d'un déficit de main-d'œuvre habile, par suite de l'inexpérience, de la non-connaissance du métier de la part des nouveaux ouvriers qu'embauchent les exploitants pour accroître la production. C'est dans ce sens qu'il serait certainement possible d'agir efficacement en répandant les méthodes d'organisation scientifique du travail que M. le Dr Imbert a exposées dans cette *Revue*, que M. Lecornu rappelait récemment et que recommande M. Le Chatelier dans la préface du livre de l'ingénieur américain Taylor : *Principes d'organisation scientifique des usines*. Si l'on a pu réaliser de grands progrès dans les opérations délicates de l'emploi des machines-outils, on obtiendrait encore plus facilement d'excellents résultats dans les opérations élémentaires de l'ouvrier mineur en formant au « travail rationnel » un certain nombre de « moniteurs » qui l'enseigneraient ensuite à tout le personnel. De grandes municipalités étrangères ont employé ces méthodes pour former les travailleurs de la voirie. Elles nous semblent le remède le plus pratique à employer par les exploitations houillères pour enrayer la diminution de rendement de leurs ouvriers et compenser dans leur prix de revient l'accroissement forcé des charges sociales.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 5. — Physique

L'ionisation de l'air en vase clos et la radiation pénétrante. — L'étude de l'ionisation de l'air atmosphérique soulève des problèmes difficiles, aussi bien au point de vue de la détermination des caractères de cette ionisation et des procédés de mesure qu'au point de vue de la recherche des causes et des considérations théoriques sur lesquelles on peut la fonder. L'examen d'un cas relativement simple, celui de l'ionisation de l'air abandonné à lui-même dans un récipient clos, apparaît comme un préambule nécessaire à cette étude. Dans un mémoire fort intéressant, M. A. B. Chauveau[1] précise l'état actuel de cette question, qui a donné lieu à beaucoup de travaux importants dans ces dernières années, mais où semble régner un peu de confusion par suite du nombre et peut-être aussi de la valeur inégale des données recueillies.

I. *Phénomènes généraux.* — L'ionisation d'une masse gazeuse abandonnée à elle-même, quand la cause ionisante a cessé d'agir, disparaît assez rapidement, en général, par la recombinaison des ions et par leur diffusion vers les parois de l'enveloppe. Le fait d'une ionisation permanente de cette masse implique l'intervention d'une cause permanente de production des ions. Or, une masse d'air ou d'un gaz quelconque enfermée dans un récipient hermétiquement clos conserve une conductibilité faible, mais très appréciable, et qui, loin de disparaître, augmente d'ordinaire lentement jusqu'à une valeur limite atteinte au bout de plusieurs jours et qui demeure ensuite constante. C'est là le fait fondamental découvert à peu près simultanément par H. Geitel et R. Wilson, et que l'on a interprété tout d'abord comme la manifestation d'une propriété nouvelle et un peu surprenante des gaz : l'*ionisation spontanée*.

En réalité, l'effet observé dans l'ionisation en vase clos est assez complexe. La masse de gaz introduite apporte toujours avec elle l'émanation qu'elle renferme normalement; d'où une première cause d'ionisation. Sur les parois du récipient qui ont été exposées à l'air libre avant la mise en expérience, il existe toujours un dépôt actif qui, en disparaissant, rend le gaz conducteur. Les parois semblent aussi exercer une action propre qui dépend de leur nature. Enfin, l'ionisation dans un récipient clos peut être influencée par les objets extérieurs; tout l'espace environnant est le siège de rayons pénétrants, analogues aux rayons γ du radium, qui peuvent traverser les parois du récipient et produire l'ionisation du gaz intérieur; ces rayons peuvent d'ailleurs être arrêtés par des écrans convenables, de préférence en plomb ; si l'on entoure le récipient clos d'écrans métalliques d'épaisseurs croissantes, on voit, en effet, l'ionisation diminuer progressivement jusqu'à une valeur que ne modifie plus l'épaisseur plus grande des écrans.

On peut chercher à éliminer successivement toutes ces causes certaines ou possibles de l'ionisation en vase clos, pour savoir si, en dehors d'elles, il peut encore exister des traces d'ionisation.

Par un nettoyage suffisant des surfaces internes (frictions au papier de verre, puis lavages à l'acide chlorhydrique, à l'eau, à l'ammoniaque et à l'alcool), on fera disparaître le dépôt radioactif. Un filtrage lent de l'air introduit (refroidi, au besoin, dans l'air

[1] *Le Radium*, janvier et février 1913; *Bulletin de la Société Météorologique de France*, mars 1913.

liquide) sur du coton tassé et de la laine de verre arrêtera toute trace d'émanation. Quant aux impuretés radioactives du métal, si leur présence paraît certaine dans le cas du plomb, ainsi que l'ont montré Elster et Geitel, il n'existe aucune raison de l'admettre pour les autres métaux, notamment pour le zinc et l'aluminium, dont les divers échantillons se montrent identiques au point de vue de l'ionisation dans les vases qui en sont formés. En entourant le récipient d'écrans suffisamment épais, on arrêtera toute radiation pénétrante.

Or, malgré toutes les précautions prises, il a paru impossible de faire disparaître une ionisation résiduelle permanente, sans cause apparemment connue et dont la valeur est d'environ la moitié de celle que l'on obtient dans le même récipient nettoyé et rempli d'air inactif, avant l'interposition des écrans.

L'influence du milieu extérieur sur la production des ions dans le récipient clos se manifeste par un phénomène remarquable : une variation diurne à double période, assez voisine de la variation du champ au voisinage du sol et qui paraît, par suite, établir un lien entre l'état d'ionisation dans le récipient et l'état électrique de l'atmosphère. Voici, d'après A. Wood et R. Campbell, qui ont fait une longue série de mesures, les heures topiques des deux phénomènes :

	1er MIN.	1er MAX.	2e MIN.	2e MAX.
Ionisation . .	4 h. 30	8	14	23
Champ	4	9	14	21

En dehors de ces variations périodiques, l'ionisation en vase clos peut éprouver accidentellement des variations assez brusques, atteignant jusqu'à 50 % de la valeur moyenne et qui sont une cause de trouble très grande dans les mesures méthodiques. Presque tous les observateurs les ont signalées. Il faut sans doute en chercher l'origine dans les variations rapides des éléments météorologiques.

II. *Procédés de mesure.* — La conductibilité de l'air dans un récipient clos est toujours très faible par rapport à la conductibilité normale de l'air libre, et cette dernière est elle-même très petite, si on la compare à celles que l'on obtient dans les laboratoires par l'ionisation des gaz à l'aide des rayons de Rœntgen ou de Becquerel.

Il est donc nécessaire d'avoir recours à des électroscopes de très grandes sensibilités, de capacités très faibles, et disposés de façon à éliminer aussi complètement que possible et les pertes par conductibilité des supports et l'effet d'actions électrostatiques extérieures. On doit en outre opérer sous un voltage suffisant pour assurer le maintien du courant de saturation pendant toute la durée des mesures.

Les premiers observateurs mesuraient la conductibilité du gaz par la perte de charge d'un électroscope très sensible placé à l'intérieur du récipient; celui-ci constitue la cage de l'instrument et est mis en communication avec le sol. De la capacité connue de l'appareil électroscopique (2 à 4 unités) et de la variation du potentiel pendant un temps donné, on déduit la quantité d'électricité dissipée pendant ce temps et, par suite, le nombre d'ions correspondant.

Des appareils plus précis ont été imaginés; nous renverrons au mémoire de M. Chauveau le lecteur désireux de les connaître.

III. *Résultats numériques.* — La production d'ions à laquelle est du le courant d'ionisation s'évalue par le nombre des ions de chaque signe qui prennent naissance dans un centimètre cube, pendant une seconde. Tous les résultats que nous citerons se rapportent à cette convention et à la valeur $e = 4{,}5 . 10^{-10}$ U. E. S. pour la charge de l'ion supposée toujours égale à la charge élémentaire d'électricité.

H. L. Cooke, avec un vase en laiton de 1 litre environ de capacité, dont les parois avaient été soigneusement nettoyées, a observé 11,3 ions par centimètre cube et par seconde. Ce nombre était réduit à 7,5 par une enveloppe de plomb suffisamment épaisse (5 centimètres); l'effet pénétrant extérieur intercepté correspondait par suite à 3,8 ions.

Mc Lennan a effectué des mesures dans le laboratoire de l'Université de Toronto, au voisinage du lac Ontario. Les mesures faites au-dessus du lac ont toujours donné des nombres plus faibles; l'eau semble agir ainsi comme un écran vis-à-vis d'une *radiation pénétrante* venue du sol et qui se trouve absorbée; cette radiation pénétrante contribue pour 5 ou 6 ions par centimètre cube et par seconde à l'ionisation dans le récipient. Dans les conditions les plus favorables (récipient de zinc fraîchement nettoyé et rempli, élimination de l'influence du sol par l'eau du lac), la production d'ions en vase clos peut être réduite à 4,5.

Simpson et Wright ont fait pendant un voyage d'Angleterre à la Nouvelle-Zélande des observations intéressantes. En pleine mer et suffisamment loin des côtes, la production d'ions, peu variable (entre 6 et 7), a été, en moyenne, de 6,3 inférieure à la production sur terre ferme. Ce nombre 6,3 représenterait l'effet pénétrant propre du sol si l'on supposait nulles l'action de l'eau de mer (ce qui est extrêmement probable d'après sa faible teneur moyenne en produits radioactifs) et celle du navire lui-même. L'ionisation a d'ailleurs été toujours plus forte au voisinage des côtes; elle pouvait atteindre ainsi 8 (et même 9) et ne reprenait sa valeur normale, voisine de 6, qu'assez longtemps (24 heures, par exemple) après que le navire avait gagné la pleine mer.

IV. *Origine de la radiation pénétrante.* — Ainsi, d'après les meilleurs résultats connus, on peut estimer en moyenne à 6 ions par centimètre cube et par seconde la part qui, dans l'ionisation en vase clos, revient à une influence du milieu extérieur sous forme de rayons très pénétrants analogues aux rayons γ du radium.

Quelle est l'origine de cette radiation? De la discussion des données expérimentales, M. Chauveau conclut que cette radiation peut résulter :

1° D'un effet des produits radioactifs en suspension dans l'atmosphère, effet presque négligeable et de l'ordre de 0,1 à 0,2 ion;

2° D'un effet des dépôts radioactifs provenant de l'entraînement des radioactivités atmosphériques vers la surface du sol, entraînement soit produit par les précipitations, soit dû au champ terrestre. Cet effet, très variable comme ces dépôts eux-mêmes, et qui peut fournir l'explication des variations régulières et accidentelles de l'ionisation en vase clos, serait de l'ordre de 1 à 2 ions;

3° D'un effet de rayonnement propre du sol, dû aux matériaux radioactifs des couches superficielles, probablement variable dans d'assez larges limites, d'un lieu à l'autre, suivant la nature de ces couches, et qui peut correspondre à 4 ou 5 ions si l'on admet le nombre 6 pour l'effet pénétrant total déduit des observations.

Il paraît inutile, pour l'explication quantitative des résultats, de chercher autre part que dans des influences terrestres l'origine de cet effet. S'il n'est pas possible d'écarter absolument l'hypothèse de Richardson, d'un rayonnement pénétrant d'origine cosmique ou solaire, on ne voit pas qu'il y ait lieu d'y faire appel pour les phénomènes observés *au voisinage du sol.* Cette hypothèse n'aurait à intervenir que pour rendre compte d'un état anormal d'ionisation des couches élevées de l'atmosphère, si l'observation nous révélait l'existence d'un pareil état.

V. *L'ionisation spontanée.* — Même en éliminant les diverses causes connues d'ionisation du gaz dans le récipient clos, on ne peut faire disparaître l'ionisation du gaz dans le récipient, qui conserve une valeur très notable d'environ 4 ions par centimètre cube et par seconde. La question d'origine se pose de nouveau pour cette ionisation résiduelle, sans cause apparente,

à laquelle semble pouvoir s'appliquer l'ancienne expression d'*ionisation spontanée* par laquelle fut caractérisé au début le phénomène général.

L'hypothèse d'une production d'ions dans la masse gazeuse par une sorte de rupture ou d'explosion spontanée de quelques molécules avec projection d'électrons a été quelquefois envisagée. Et, en effet, les gaz lourds, à molécules plus riches en électrons, donnent en vase clos des ionisations plus fortes. Cependant, même appuyée par cette remarque, l'hypothèse d'une émission spontanée d'électrons au sein d'une masse gazeuse, bien qu'elle n'offre *a priori* rien d'invraisemblable, ne paraît pas non plus s'imposer.

Il en est une autre, préconisée surtout par Wood et par Campbell et à laquelle s'était rallié jadis J. J. Thomson : c'est l'hypothèse d'une radioactivité particulière de tous les métaux, propriété atomique d'un caractère général ne différant d'un élément à l'autre que par l'intensité. La découverte de la radioactivité du potassium et du rubidium semble avoir apporté un appui à cette théorie, qui n'en garde pas moins un caractère très hypothétique.

Comme on le voit, la question reste posée. « Au point de vue général, conclut M. Chauveau, elle est d'un intérêt tel que l'on doit souhaiter vivement qu'elle puisse être complètement résolue ».

A. B.

§ 6. — Chimie physique

Sur une relation entre le pouvoir inducteur spécifique et les charges atomiques. — Dans un mémoire récent, M. F. Sanford[1] a été amené à considérer une grandeur susceptible d'une interprétation physique assez simple et étroitement liée aux propriétés qui dépendent de la cohésion ou de l'affinité : c'est le produit de la mobilité des ions, telle que la donnent les mesures d'électrolyse, par la masse de ces ions. Dans l'hypothèse que les ions électrolytiques ont de faibles libres parcours et que dans une solution aqueuse de concentration donnée les différents ions sont libres pendant le même temps moyen de toute dissociation ou recombinaison, ce produit devient proportionnel à la charge électrique de l'ion, et M. Sanford lui donne le nom de « charge atomique ».

Cette charge atomique, pense M. Sanford, à la suite de considérations théoriques sur la nature de l'effet Volta, doit être étroitement liée au pouvoir inducteur spécifique de l'élément correspondant. Malheureusement jusqu'ici, ces charges atomiques n'ont pu être calculées que pour trois éléments dont on connaît les pouvoirs inducteurs spécifiques à l'état solide ou liquide : ce sont le chlore, le brome et l'iode. Si l'on désigne par e' la charge atomique calculée comme on l'a dit, et par k le pouvoir inducteur spécifique, on a pour ces éléments :

	e'	k	e'/k^2
Chlore	35,2	2,0	8,8
Brome	82,8	3,1	8,6
Iode	129,0	4,0	8,06

Pour les métaux, on ne connaît pas les pouvoirs inducteurs spécifiques. Mais les pouvoirs inducteurs sont en relation avec un certain nombre d'autres propriétés, dont quelques-unes sont communes aux métaux et aux substances diélectriques et que M. Sanford passe en revue :

1° D'abord la cohésion : si l'on porte en abscisses sur un graphique les valeurs de la constante diélectrique k et en ordonnées les valeurs correspondantes du terme a qui, dans l'équation de Van der Vaals, représente la cohésion, les points se placent sur une courbe parfaitement régulière;

2° Le point d'ébullition : un graphique analogue, tracé avec les constantes diélectriques et les températures d'ébullition d'un certain nombre de substances, oxygène, chlore, brome, phosphore, iode, soufre, sélénium, donne également une courbe bien régulière :

3° L'indice de réfraction. Et comme l'indice de réfraction est lui-même lié d'une manière assez simple au pouvoir rotatoire magnétique pour la lumière polarisée (loi de Becquerel), il en résulte que ce pouvoir rotatoire magnétique est fonction de la constante diélectrique.

Toutes ces grandeurs doivent être liées aux charges atomiques. C'est ce qui résulte assez bien des Tableaux dressés pas M. Sanford. En portant en abscisses les constantes moléculaires de réfraction $\frac{n-1}{d}$ M de divers sels, HCl, NaCl, KCl, KNO^3, etc., et en ordonnées la somme des charges atomiques de leurs éléments, on obtient une courbe régulière. De même avec les pouvoirs rotatoires magnétiques.

Il est à peu près certain, conclut M. Sanford, que ces charges atomiques doivent être en relation intime avec les propriétés physiques et chimiques des atomes. En particulier, une valeur élevée du pouvoir inducteur spécifique va toujours avec une grande charge positive, et il est probable que l'on doit avoir une loi analogue pour les métaux.

§ 7. — Chimie industrielle

L'action de l'eau sur le plomb. — On a imaginé un grand nombre de théories pour expliquer l'attaque des tuyaux de plomb par l'eau. M. H. Heap, dans le *Journal of the Society of chemical Industry*, les passe en revue :

1° Théorie de l'oxydation, selon laquelle il y aurait d'abord formation d'oxyde de plomb se transformant petit à petit en hydrate soluble, qui, au contact de l'acide carbonique, forme un précipité insoluble. L'attaque est d'autant plus active que l'eau contient plus d'oxygène et d'acide carbonique.

2° Théorie de l'acide, d'après laquelle l'attaque ne peut se produire que quand l'eau contient à la fois de l'oxygène et de l'acide carbonique.

3° Théorie de l'eau oxygénée : le métal est oxydé par l'eau avec mise en liberté d'hydrogène; celui-ci s'unit à l'oxygène existant dans l'eau, pour donner de l'eau oxygénée, qui agit sur l'oxyde en donnant un hydrate.

4° Théorie des ions : l'eau contient des ions hydrogène et des ions hydroxyle; au contact d'un métal, aux ions hydrogène se substituent des ions métal, et l'hydrogène naissant se combine aux hydroxyles pour former de l'eau.

5° Théorie biologique : certains micro-organismes donnent naissance à des produits attaquant le plomb.

M. Heap indique ensuite les résultats des essais qu'il a effectués sur ce sujet. De l'eau distillée complètement privée de gaz n'agit pas sensiblement sur le plomb; il n'en est plus de même dès qu'elle contient un gaz en solution. C'est l'oxygène dont l'influence est la plus marquée. La présence simultanée de l'O et du CO^2 donne naissance aux réactions suivantes :

$$Pb^2 + O^2 = 2PbO;$$
$$2PbO + H^2O = 2Pb(OH)^2;$$
$$2Pb(OH)^2 + CO^2 = HO.Pb.CO^3Pb.OH + H^2O;$$
$$2Pb(OH)^2 + 2CO^2 = 2PbCO^3 + 2H^2O;$$
$$2PbCO^3 + 2CO^2 + 3H^2O \rightleftarrows 2PbH^2(CO^3)^2.$$

L'action de l'eau privée d'air ou d'oxygène croît avec la température jusqu'à 50°-60° C., puis diminue. En présence de phosphates de soude et de chaux, de carbonates et bicarbonates alcalins et alcalino-terreux, l'attaque est beaucoup moins vive; les nitrates produisent un effet contraire, surtout le nitrate d'ammoniaque.

M. Desmarets.

[1] *Physical Review*, juin 1913.

§ 8. — Biologie

Le chien de Mannheim. — La presse scientifique commence à s'occuper d'un cas extrêmement remarquable, celui du « chien de Mannheim », dont les prouesses mettent en évidence, chez la race canine, l'existence d'une mentalité infiniment supérieure à celle qu'on lui avait supposée. Suivant de près les publications sur les chevaux de M. K. Krall, d'Elberfeld, les nouvelles relatives à ces phénomènes nous semblent bien faites pour modifier profondément nos conceptions sur la vie psychique animale et humaine. S'il y a des savants qui ne croient pas le cas des chevaux suffisamment élucidé pour se prononcer en faveur de l'hypothèse d'une activité intelligente, le cas du chien, grâce aux expériences faites à l'abri de toute influence extérieure et à la rareté infiniment plus grande de caprices susceptibles de compromettre une expérimentation sérieuse, ne s'explique guère qu'en supposant à cet animal une mentalité comparable à celle de l'homme, inférieure sous certains rapports, supérieure sous d'autres.

C'est, semble-t-il, en assistant aux études et aux leçons des enfants que Rolf, un terrier écossais, acquit dans la maison de son maître, le Dr Moekel, avocat à Mannheim, ses premières notions arithmétiques. Un hasard les révéla : Mme Moekel ayant, pour plaisanter, demandé à Rolf s'il savait ce que c'était que 2+2, le vit, à sa grande surprise, lui frapper de sa patte gauche quatre coups sur le bras. Les expériences faites le soir même démontrèrent que le chien était parfaitement capable de résoudre de simples problèmes arithmétiques (addition, soustraction, multiplication).

Ces capacités une fois découvertes, Mme Moekel se chargea, avec une patience, un art et un tact admirables, de l'éducation du chien. Elle lui parlait comme à un enfant intelligent et vif qui commencerait à s'intéresser à son entourage, lui expliquait toutes choses et se voyait, à sa grande satisfaction, interpellée par Rolf, toutes les fois que quelque chose d'inconnu se présentait. Pour permettre au chien de se faire comprendre à elle, d'une façon rudimentaire, elle lui conseilla un jour de frapper deux coups pour « oui » et trois pour « non », ce qu'il comprit et retint immédiatement. D'une façon analogue, elle lui enseigna des signes conventionnels (nombre de coups donnés) pour certaines notions importantes.

Un hasard ayant ensuite révélé que Rolf, par le même procédé intuitif qui lui avait enseigné les opérations fondamentales du calcul, en était venu à lire des mots dactylographiés, Mme Moekel pensa à établir un alphabet conventionnel où chaque lettre correspondrait à un nombre de coups donnés, pour permettre à Rolf de s'exprimer en langage humain. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le chien y collabora de la façon la plus active, en indiquant, pour chaque lettre énoncée par sa maîtresse, un certain nombre de coups. L'alphabet ainsi établi, et qui fut instantanément retenu, renferme tous les nombres de 1 à 25; Rolf réserve, en général, les nombres élevés pour les lettres les plus rares, et il n'a jamais indiqué le même nombre pour deux lettres différentes.

Après des exercices systématiques d'épellation et de lecture, Rolf était en mesure de répondre, dans son code, aux questions qu'on lui posait. Bientôt après, il commença à exprimer spontanément ses pensées, d'une façon souvent fort originale.

Déjà avant le début des exercices de lecture, un nouveau hasard avait démontré que ses capacités de calculateur étaient bien supérieures à ce qu'on avait d'abord supposé, supérieures même à celles d'un homme normal. Rolf extrait, en effet, des racines carrées ou cubiques et il manie les nombres, même élevés, avec une aisance surprenante. Comme un calculateur prodige, chez qui les solutions des problèmes se présentent spontanément et sans qu'il s'en rende compte, Rolf n'a pas besoin de connaître les procédés de calcul. On a, du reste, observé le même phénomène chez les chevaux de M. Krall.

Autre détail par lequel Rolf ressemble à ces chevaux : il épelle phonétiquement et par une méthode abrégée, en omettant les voyelles déjà exprimées par les noms des consonnes. C'est ainsi qu'il dit *s-n* pour « essen » (manger).

De nombreux savants allemands et étrangers sont accourus à Mannheim pour étudier ce chien. Mentionnons parmi les premiers venus : le Dr Paul Sarasin, de Bâle; les Professeurs H. D. Ziegler et H. Kraemer, de Stuttgart; le Professeur Claparède, de Genève; et le Dr W. Mackenzie, de Gênes, dont les observations sont résumées dans un article récent[1].

Au commencement de sa première séance, ce savant s'est vu interpeller par le chien de cette façon : *wr du* (wer du : qui es-tu?). M. Mackenzie, s'étant ensuite nommé, lui raconta bien des choses susceptibles de lui être agréables, par exemple qu'il aimait les bêtes et qu'il avait, depuis longtemps, désiré voir Rolf, ce à quoi ce dernier répliqua spontanément :

Lib hd lol dirr [lieb hat Lol dir : Lol (nom d'amitié de Rolf) t'aime bien].

Par la même occasion, M. Mackenzie lui ayant demandé s'il aimait à travailler, le chien frappa un « non » déterminé. — Mais pourquoi travailles-tu donc? *mus* (muss : dois). — Alors, cela veut dire qu'en travaillant tu veux éviter quelque chose. Qu'est-ce que c'est? *hib* (hieb : coups). — Le Dr Mackenzie lui fait ensuite observer que, d'après ce qu'il a entendu dire, ce ne sont certes pas les coups qu'il a à craindre chez ses maîtres, que, par conséquent, il doit y avoir un autre motif. — Après quelque hésitation, Rolf répond : *mudr lib hr aug* (mutter lieb, herr auch : maman gentille, monsieur aussi).

Le 2 octobre 1913, le Dr Volhard lui demande ce qu'il aime le plus au monde, et Rolf de répondre : *bilder sn Jela* (bilder sehen, Jela : voir images Jela). — Jela est une chienne de même race, sa compagne, qui, depuis quelque temps et avec des résultats déjà satisfaisants, est élevée d'après la même méthode, comme du reste le petit chat Daisy qui, lui aussi, résoud de simples problèmes arithmétiques et répond, dans le langage typtologique de Rolf, à des questions faciles.

Quant aux manifestations spontanées de Rolf, nous en rapporterons une qui nous semble bien faite pour illustrer son caractère : Mme Moekel se montrant un jour désolée du départ d'une de ses filles, envoyée pour la première fois en pension, le chien vient se serrer contre elle et frappe ces mots touchants :

Mudr nid weinn Lol w (Mutter nicht weinen, Lol weh : Maman pas pleurer, fait mal à Lol).

Après le départ du Dr Mackenzie, Rolf frappe spontanément ces mots constituant toute une lettre :

Lib dogdr bald gomn nimr gn mir bildr gbn aug en fon dir fil grus dein lol (Lieber Doktor, bald kommen, nimmer gehen, mir Bilder geben, auch eins von Dir, viel Gruss, dein Lol : Cher Docteur, venir bientôt, jamais partir, me donner images, aussi une de toi. Bien des choses. Ton Lol).

Nous inclinons à penser (et M. Mackenzie a, indépendamment de nous, énoncé et précisé cette même hypothèse) que ce qui, dans Rolf, est si hautement développé, c'est, non pas l'être qui raisonne, mais celui qui agit spontanément, intuitivement. Si de récentes recherches psychologiques font entrevoir la dualité de l'âme humaine (et animale), il se pourrait parfaitement que l'homme n'occupe le sommet de l'échelle que par ses capacités raisonnantes, tandis que l'ordre de développement de l'âme intuitive (celle qui prédomine chez les génies, les enfants, les idiots) pourrait dans la série animale être fort différent[2]. A. G.

---

[1] *Psiche* (Florence), t. II, n° 5-6, 1913.

[2] Nous publions cette note à titre documentaire, en laissant à l'auteur la responsabilité de ses appréciations (Réd.).

CONSIDÉRATIONS ÉLÉMENTAIRES SUR LE PRINCIPE DE RELATIVITÉ

§ 1. — Dans cet article, que la Rédaction m'a fait l'honneur de me demander, je n'entrerai pas dans une discussion approfondie du principe important que la Physique doit à M. Einstein et des conséquences qu'on peut en tirer. Je me bornerai à quelques problèmes bien simples qui peuvent servir d'introduction à la théorie générale.

On sait que, pour expliquer l'aberration astronomique, Fresnel a admis que l'éther, le milieu qui remplit tout l'espace et pénètre toute matière, n'est pas entraîné par le mouvement des corps célestes et peut, au contraire, être regardé comme absolument immobile. Cette hypothèse revient à admettre que nos laboratoires, avec leurs instruments d'observation, sont continuellement traversés par un courant d'éther, dont la vitesse, égale et opposée à celle de la Terre dans son mouvement annuel, est à peu près la dix-millième partie de la vitesse de la lumière.

On s'est demandé naturellement si ce courant ne doit pas avoir une influence observable sur le résultat des expériences dans lesquelles l'éther joue un rôle. Or, toutes les tentatives qu'on a faites pour découvrir des effets de cette nature ont échoué, et il semble permis de poser en principe cette thèse qu'un système de corps qui se déplace à travers l'éther peut être le siège d'exactement les mêmes phénomènes qu'un système identique qui n'a pas ce mouvement de translation.

Pour préciser les idées, nous pouvons imaginer qu'il y a deux observateurs A et B, chacun muni d'une collection d'instruments, et même d'un laboratoire complètement outillé. L'observateur A et les instruments dont il dispose seront en repos relativement à l'éther; B, au contraire, se déplacera à travers ce milieu avec une vitesse v, constante en direction et grandeur, et son laboratoire tout entier prendra part à ce mouvement. Ses instruments seront identiques à ceux de A, ce qui veut dire que, si les deux systèmes d'appareils se trouvent d'abord entre les mains du même observateur, de A par exemple, il lui sera impossible d'y trouver la moindre différence. Cela posé, si A fait une observation ou une mesure quelconque, B peut faire la même chose avec exactement le même résultat dans son laboratoire.

Nous allons maintenant appliquer ce principe à quelques cas spéciaux. Mais il faut d'abord faire deux remarques.

On sait, en premier lieu, que, dans la théorie de M. Einstein, on ne parle plus de l'éther. C'est une question sur laquelle j'aurai à revenir, mais qui, à vrai dire, ne me semble pas très importante. Pour le moment, nous supposerons l'existence d'un tel milieu qui sera en repos pour l'observateur A. Cela implique que pour lui la lumière se propagera avec une vitesse déterminée c, qui est toujours la même, indépendamment d'un mouvement éventuel de la source qui l'émet ou d'un miroir qui la réfléchit.

En second lieu, je dois faire mes excuses des termes absolus dans lesquels je parlerai d'expériences qui sont en grande partie imaginaires et exigeraient des moyens d'observation vraiment transcendants. C'est le désir de m'exprimer clairement et concisément qui m'y oblige.

Du reste, voici le mode de raisonner dont nous nous servirons à plusieurs reprises. Après avoir imaginé une expérience faite par l'observateur A et l'expérience correspondante que B pourra faire dans son laboratoire, nous discuterons cette seconde expérience en nous plaçant au point de vue de A. En effet, rien ne s'oppose à ce que ce physicien considère l'aspect sous lequel se présentent à lui les phénomènes produits par B.

§ 2. — Commençons par l'expérience célèbre de M. Michelson. A fait interférer deux faisceaux de lumière qui se sont propagés le long de deux lignes droites OP et OQ (fig. 1) perpendiculaires entre elles, un rayon du premier faisceau ayant d'abord suivi le chemin OP pour revenir en O après réflexion par un miroir placé en P, et un rayon du second faisceau revenant également en O après réflexion par un miroir installé au point Q. Bien entendu, pour qu'on puisse observer une interférence, les deux faisceaux doivent provenir d'une même source lumineuse et doivent à la fin être ramenés à la même direction. Nous ne parlerons pas des accessoires que cela nécessite et que nous supposerons placés avec toutes les autres parties de l'appareil, y compris la source lumineuse, sur un corps rigide, qui peut être, par exemple, une plaque en pierre ou bien un système de deux barres métalliques OP et OQ solidement fixées l'une à l'autre. Quant aux franges d'interférence, elles seront observées dans un plan qui a une position fixe dans l'appareil.

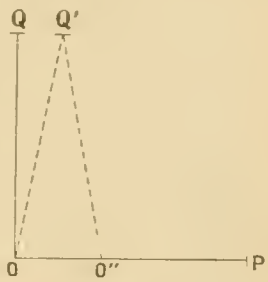


Fig. 1.

Si le système que nous venons de décrire se

trouve en repos pour l'observateur A et si les bras OP, OQ ont exactement la même longueur l, il constatera l'égalité des temps que les deux rayons considérés mettent à parcourir les chemins OPO et OQO; la durée du parcours sera $2l/c$ pour l'un et pour l'autre.

Supposons ensuite que l'observation soit répétée par B, l'appareil étant animé cette fois-ci de la vitesse v, disons dans la direction de OP. D'après notre principe, les franges se retrouveront exactement dans les mêmes positions, ce qui prouve que les deux rayons reviennent de nouveau à leur point de départ en des temps égaux. Mais quel est maintenant le cours de ces rayons dans le laboratoire de A?

Pour cet observateur, le rayon qui va de O vers P a, par rapport à ces points de l'appareil, une vitesse relative $c - v$, tandis que cette vitesse est $c + v$ pour le rayon réfléchi. Le temps nécessaire pour l'aller et le retour sera donc

$$(1) \qquad \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2cl}{c^2 - v^2}.$$

Quant au rayon qui est réfléchi par le miroir en Q, il ne suit pas après cette réflexion le chemin par lequel il a atteint le miroir. Si t_1, t_2, t_3 sont les moments du départ, de la réflexion et du retour, et si nous désignons par O, O″ les positions du point O aux instants t_1, t_3 et par Q′ celle de Q à l'instant t_2, le chemin du rayon se composera des lignes droites OQ′ et Q′O″. On voit facilement que OQ′O″ est un triangle isocèle dont la base OO″ est à la somme des côtés OQ′ et O″Q′ dans le rapport de v à c, et dont la hauteur est égale à l. Ces données suffisent pour déterminer la figure, et on trouve par un simple calcul :

$$OO'' = \frac{2vl}{\sqrt{c^2 - v^2}}, \quad OQ' = \frac{cl}{\sqrt{c^2 - v^2}},$$

ce qui nous donne :

$$(2) \qquad \frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

pour la durée de la propagation.

Ce résultat diffère de la durée représentée par (1) et nous voilà donc en contradiction avec notre principe fondamental.

§ 3. — Il ne semble y avoir pour l'observateur A qu'un seul moyen d'échapper à cette difficulté. Il lui faudra admettre que les dimensions du corps solide sur lequel il a monté son appareil sont changées par le fait même de la translation. Cela ne l'étonnera pas trop s'il a appris que les actions électromagnétiques sont transmises par l'éther; il trouvera naturel alors qu'il en soit de même des forces moléculaires, et il se dira qu'en vertu de cela, ces forces, et les dimensions des corps qui en dépendent, peuvent fort bien être modifiées par l'effet d'une translation au sein de l'éther immobile.

L'hypothèse qu'il faut introduire peut d'ailleurs être mise sous des formes différentes. Pour des raisons sur lesquelles nous ne pouvons insister ici, on a admis que les dimensions perpendiculaires à la translation restent inaltérées, mais que celles qui sont parallèles au mouvement sont raccourcies dans le rapport de

$$(3) \qquad a = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

à l'unité.

Cette contraction a pour effet de diminuer à $\frac{l}{a}$ la distance des points O et P, et de nous donner au lieu de l'expression (1) :

$$(4) \qquad \frac{2cl}{a(c^2 - v^2)},$$

ce qui est bien égal à la grandeur (2).

On voit que la contraction que nous devons postuler est entièrement indépendante de la nature du corps solide. Elle doit même avoir lieu si le coefficient d'élasticité est tellement élevé que les dimensions du corps ne peuvent pas être changées d'une manière sensible par des forces que nous pouvons lui appliquer. La « rigidité » ne préservera pas le corps de cette nouvelle déformation. Du reste, dans le cas d'un corps non rigide, la question se complique un peu parce que, si l'on veut comparer les dimensions d'un tel corps à l'état de repos et à celui du mouvement, il faudra expressément indiquer les forces auxquelles il sera soumis dans les deux cas. Mais nous pouvons nous borner aux corps rigides.

§ 4. — Dans les expériences dont il s'agira dans ce qui suit, nous aurons à nous occuper de la mesure du temps, qui n'intervient pas dans celle de M. Michelson. Concevons donc que l'observateur A est muni d'un chronomètre, ou, mieux encore, d'un certain nombre de ces instruments, qu'il distribuera dans son laboratoire en donnant à chacun une place fixe, et qu'il commence par les mettre d'accord les uns avec les autres. A cet effet, il pourra procéder comme il suit. Se plaçant tout près d'un chronomètre C_1 et d'une source de lumière, il éclaire pour un moment seulement le cadran du chronomètre C_2 qu'il veut comparer avec C_1, et qui se trouve à certaine distance. Il lit sur C_1 les instants t_1 et t_2 du départ et du retour de la lumière et, simultanément avec cette dernière observation, il note la position t de l'aiguille de C_2.

Comme la lumière prend des temps égaux pour l'aller et le retour, il faut conclure de ces observations que le second chronomètre marque le temps t au même moment où le premier marque $\frac{1}{2}(t_1+t_2)$. On trouve ainsi de combien il faut avancer ou retarder le chronomètre C_2 pour le mettre d'accord avec C_1. Une fois le réglage fait, l'accord subsistera pour toujours, parce que les chronomètres sont supposés absolument parfaits et égaux entre eux.

Après ces préparatifs, le physicien A pourra facilement déterminer le moment auquel a lieu un phénomène instantané qui se produit en un point quelconque de son laboratoire. Il le lira directement sur un chronomètre placé en ce point même, sans qu'il ait à se préoccuper de nouveau du temps de propagation de la lumière.

§ 5. — Voici maintenant notre deuxième expérience. Placé au bout O de la barre rigide OP, l'observateur A lance un signal lumineux vers le point P où se trouve le miroir dont nous avons déjà parlé. Il lit sur un chronomètre placé en O les instants t_1 et t_2 du départ et du retour de la lumière. L'intervalle entre ces instants sera $2l/c$.

Imaginons de nouveau que l'expérimentateur B fait la même chose en se servant d'une barre OP qui appartient à son laboratoire, et d'un chronomètre placé au bout O, ce chronomètre se déplaçant maintenant avec la barre et l'observateur même dans la direction OP.

Si l'aiguille marque t'_1 et t'_2 aux moments où le signal lumineux est produit et aperçu après la réflexion par le miroir, il faut d'après notre principe qu'on ait :

$$t'_2 - t'_1 = \frac{2l}{c}. \tag{5}$$

Nous pouvons comparer cette différence avec celle des temps auxquels, dans cette expérience faite par B, le départ et le retour de la lumière se font pour l'observateur A. Pour lui, la longueur de la barre OP, maintenant qu'elle se déplace, est l/a, à cause de la contraction qu'elle a subie, et pour trouver la longueur de l'intervalle cherché, il suffit de remplacer l par cette longueur dans l'expression (1). Cela nous ramène à la durée exprimée par (4), qu'on peut aussi représenter par :

$$\frac{2al}{c}, \tag{6}$$

et c'est ce que A trouvera en lisant l'instant du départ et celui du retour sur deux de ses chronomètres C_1 et C_2, qui se trouvent aux points où ces phénomènes ont lieu. Mais l'horloge mobile appartenant à B, qui se trouve d'abord près de C_1 et ensuite près de C_2, indiquera assurément les temps t'_1 et t'_2 dont nous venons de parler. A pourra le constater lui-même en l'observant simultanément, la première fois avec C_1 et la deuxième fois avec C_2.

En comparant les différences (5) et (6), il sera conduit à la conclusion que le chronomètre mobile a marché a fois plus lentement qu'un chronomètre qui occupe une place fixe dans le laboratoire. D'après l'idée qu'il s'est déjà faite de l'influence d'une translation sur les forces moléculaires, il attribuera cet effet à un changement des forces qui sont en jeu dans le ressort du balancier.

On peut montrer facilement que la conclusion reste la même si l'expérience considérée — qui revient évidemment à la détermination de la vitesse de la lumière — est faite dans la direction OQ, ou même dans une direction quelconque, et encore que chaque chronomètre qui est en repos pour B, et se déplace donc par rapport à A, fera sur ce dernier physicien l'impression de marcher moins vite que ses propres instruments.

Notons en passant que si B, lui aussi, dispose d'un certain nombre d'horloges, il les mettra d'accord exactement de la même manière dont A vient de procéder.

§ 6. — Ce qui vient d'être dit en beaucoup de mots peut se résumer en deux formules bien simples. Concevons que A soit muni d'une longue règle OP divisée en parties égales qu'il prend pour unités de longueur et aux différents points de laquelle il a placé des chronomètres. Prenant O pour origine des coordonnées, il déterminera la position d'un point quelconque P par le nombre x des divisions entre O et P. Tout phénomène instantané, qui se produit quelque part tout près de la règle, sera caractérisé par des valeurs déterminées de x et de t.

De son côté, l'observateur B se servira d'une règle O'P' identique à OP et glissant le long de cette dernière avec la vitesse constante v; il déterminera la position d'un point par le nombre x' des divisions entre ce point et O'. Il se servira, en outre, de chronomètres placés aux différents points de O'P' et qui lui donnent le temps t'. En observant maintenant le même phénomène qui est caractérisé pour A par x et t, B trouvera qu'il a lieu en un point x' et à un moment t'.

Cherchons les relations entre x, t d'un côté et x', t' de l'autre.

Pour simplifier, nous supposerons qu'au moment où les origines O et O' coïncident, les chronomètres de A et de B qui se trouvent en ces points, marquent tous les deux le temps zéro, c'est-à-dire que pour $x=0$, $t=0$, on ait aussi $x'=0$, $t'=0$. Il s'ensuit que pour l'origine O', qui se déplace

dans le système de A avec la vitesse v, on a : $x = vt$. Et on trouve ensuite pour un autre point de O'P', déterminé par le nombre de divisions x',

$$x = vt + \frac{x'}{a}.$$

En effet, pour l'observateur A, les x' divisions de la règle mobile équivalent à x'/a divisions de la règle sur laquelle il mesure x; pour lui, la coordonnée du nouveau point surpasse donc constamment de x'/a celle du point O'.

Pour trouver la deuxième équation, nous imaginons que B, placé au point O' de sa règle, fait l'expérience qui sert à comparer deux de ses chronomètres, dont l'un se trouve au point O' et l'autre au point P' déterminé par la coordonnée x', en supposant que ce soit en O' à l'instant $t' = 0$ que le faisceau instantané est lancé. L'observateur A discutera ce qui se passe. Pour lui, la distance des points O' et P' est égale à x'/a divisions de sa règle, et comme le départ de la lumière a lieu à l'instant $t = 0$, il trouve

$$\frac{x'}{a(c-v)} \tag{7}$$

pour le temps de l'arrivée en P' et

$$\frac{x'}{a(c-v)} + \frac{x'}{a(c+v)} = 2\frac{ax'}{c}$$

pour celui du retour en O'. Il s'ensuit que l'horloge mobile qui se trouve en ce point, et qui marche a fois plus lentement que les horloges de A, marque alors $2x'/c$, et que, en vertu de la manière dont les chronomètres de B ont été mis d'accord, celui qui est placé en P' marque x'/c au moment où son cadran est éclairé. C'est-à-dire que c'est là l'indication de ce chronomètre au moment (7) et, comme nous savons déjà qu'il marche a fois plus lentement que ceux de A, nous pouvons dire que si t' est son indication au moment t, on aura :

$$t' - \frac{x'}{c} = \frac{1}{a}\left(t - \frac{x'}{a(c-v)}\right),$$

ce qui est la relation que nous avions à chercher.

§ 7. — Les formules que nous venons de trouver peuvent être mises sous une forme plus élégante. Si l'on pose

$$b = \frac{v}{\sqrt{c^2 - v^2}}, \tag{8}$$

on en déduit

$$x = ax' + bct', \quad t = at' + \frac{b}{c}x'. \tag{9}$$

Notons que, dans ces formules de transformation, a et b sont des constantes dont les valeurs dépendent de celle de la vitesse v, mais entre lesquelles il y a la relation

$$a^2 - b^2 = 1. \tag{10}$$

En vertu de cette dernière, les valeurs de x' et de t' qu'on tire des équations précédentes deviennent

$$x' = ax - bct, \quad t' = at - \frac{b}{c}x. \tag{11}$$

La première de ces formules montre que, pour une valeur déterminée de t, les changements correspondants de x et de x' sont liés entre eux par l'équation :

$$\Delta x = \frac{1}{a}\Delta x'. \tag{12}$$

D'une manière analogue, on a, en vertu de la seconde des équations (9), pour une valeur fixe de x' :

$$\Delta t' = \frac{1}{a}\Delta t. \tag{13}$$

Ces formules expriment ce que nous avons dit des effets d'une translation sur la longueur d'une règle et la marche d'une horloge.

Jusqu'ici, nous nous sommes borné à des points de la ligne suivant laquelle on a placé les règles. Si chacun des observateurs combine avec la coordonnée x ou x' deux autres y et z ou y' et z', perpendiculaires à la première et entre elles, on aura

$$y = y', \quad z = z',$$

vu que la translation ne change pas les dimensions qui lui sont perpendiculaires. Ces nouvelles équations, jointes à (9) ou (11), nous donnent la relation complète entre les valeurs de x, y, z, t, qui caractérisent un phénomène pour A et les valeurs de x', y', z', t', que B assigne à ce même phénomène.

§ 8. — Voici une conséquence remarquable qu'on peut tirer de ces formules de transformation.

On a d'abord :

$$x + ct = (a+b)(x' + ct'), \quad x - ct = (a-b)(x' - ct'),$$

d'où par multiplication, en ayant égard à (10) :

$$x^2 - c^2t^2 = x'^2 - c^2t'^2,$$

et encore

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2t'^2. \tag{14}$$

Cela montre que l'observateur B, en se servant de ses règles — dirigées suivant les axes — et de ses horloges, pour mesurer x', y', z', t', trouvera pour la vitesse de la lumière la même valeur que A, comme notre principe l'exige.

En effet, produisons un signal lumineux au moment $t = 0$ et au point $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ (correspondant à $t' = 0$, $x' = 0$, $y' = 0$, $z' = 0$). Dans le système de A, ce signal atteindra à l'instant t les points de la surface sphérique déterminée par l'équation :

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2t^2$$

Or, en vertu de la relation (14), cette équation équivaut à

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2 t'^2,$$

ce qui veut dire que, pour l'observateur B, ce même signal se propagera dans un temps t' jusqu'aux points de la sphère qui est représentée par cette équation. Il attribuera donc, lui aussi, la valeur c à la vitesse de propagation.

Bien entendu, pour obtenir ce résultat, il doit avoir confiance en ses instruments de mesure, ce qu'il fera naturellement s'il est inconscient de son mouvement à travers l'éther.

§ 9. — D'une manière générale, toujours d'après notre principe, tous les phénomènes physiques peuvent avoir lieu de la même manière dans les deux laboratoires. Il est permis d'en conclure que les équations qui servent à la description de ces phénomènes en fonction de x', y', z', t' peuvent être mises sous la même forme que celles qui les représentent en fonction de x, y, z, t. Cela doit être vrai quelle que soit la nature des grandeurs dont il s'agit, que ce soient des vitesses, des forces, des courants électriques, des moments magnétiques ou autre chose.

Remarquons qu'on peut toujours distinguer deux cas. Si une expérience quelconque est faite d'abord dans le laboratoire de A, et si ensuite l'expérience *correspondante* est faite dans celui de B, ces physiciens trouveront les mêmes valeurs pour les grandeurs qui sont en jeu. Mais lorsqu'un *seul et même* phénomène est étudié par les deux observateurs, ils n'assigneront pas, en général, à ces grandeurs, des valeurs égales; le premier observateur cherchera la cause des différences dans les changements que les instruments de B ont subis par leur mouvement de translation.

Pour chaque catégorie de grandeurs physiques, il y aura des relations définies entre les valeurs que leur attribue A et celles que B leur assigne. Ces relations s'expriment par des formules de transformation qui sont comparables à (9) et (11) et qui nous permettent de passer des équations que A applique aux phénomènes à celles dont se sert B.

§ 10. — Ce qui mérite surtout l'attention, c'est qu'il y a une parfaite réciprocité entre les phénomènes dans le système de A tels qu'ils se présentent à l'observateur B et les phénomènes dans le système de B considérés du point de vue de A. Cela tient à la similitude de forme des équations (9) d'un côté et des équations (11) de l'autre. On passe du premier système au second si l'on échange x, y, z, t contre x', y', z', t' et inversement, en remplaçant en même temps b par $-b$. Une remarque analogue s'applique à toutes les autres formules de transformation.

La réciprocité se montre d'abord en ce que l'origine des coordonnées de A a pour l'observateur B une vitesse égale et opposée à celle que son origine des coordonnées a pour A. En effet, l'origine O est constamment caractérisée par $x = 0$, ce qui amène :

$$x' = -\frac{bc}{a} t'.$$

Dans le système de B, le point O se déplace donc avec la vitesse $-bc/a$, ce qui, en vertu des équations (3) et (8), est bien $-v$.

Ensuite, on peut joindre à (12) et (13) deux autres relations semblables, dont la première se rapporte à une valeur déterminée de t' et la seconde à une valeur déterminée de x. La première de ces relations, qu'on tire de l'une des formules (9), est :

$$\Delta x' = \frac{1}{a} \Delta x,$$

et la seconde, qui découle de la dernière des formules (11) :

$$\Delta t = \frac{1}{a} \Delta t'.$$

Elles nous apprennent que, pour l'observateur B, la règle de A, qu'il voit traverser son laboratoire, est plus courte que la sienne propre, qui y est en repos, et que, pour B aussi, les chronomètres mobiles marchent plus lentement que ceux qui ont une position fixe dans son entourage.

§ 11. — Il peut sembler étrange au premier abord qu'en comparant les règles et les chronomètres, nos deux observateurs puissent arriver à des résultats opposés. Mais, évidemment, ces résultats dépendent entièrement de la manière dont la comparaison est faite, et qui, en réalité, n'est pas la même dans les deux cas, bien qu'elle soit pour A, dans un cas, ce qu'elle est pour B dans l'autre.

Pour lever tout malentendu à cet égard, il conviendra d'entrer en quelques détails. Considérons de nouveau les deux règles OP et O'P' qui se meuvent l'une le long de l'autre suivant une ligne EF (fig. 2) et plaçons un appareil photographique à quelque distance de cette ligne. Cet appareil consistera simplement en un écran percé d'un très petit trou D qui ne sera ouvert que pour un instant (ce qui nous dispensera de tenir compte d'un mouvement éventuel de l'écran), et en une plaque sensible placée parallèlement à la ligne EF et perpendiculairement au plan qui passe par elle et le trou D.

On fera ainsi une photographie instantanée, et je dis que, si tout est proprement arrangé, c'est la barre OP qui donne l'image la plus longue, si

l'expérience est faite par A, et, au contraire, la barre O'P', si elle est faite par B.

Nous ferons le calcul des deux longueurs en nous plaçant au point de vue de A, et nous commencerons par un cas un peu général. Désignons par L la longueur de la perpendiculaire DE abaissée de l'ouverture D (dans la position qu'elle occupe lorsqu'elle est ouverte) sur la ligne EF des barres, et par λ la distance de D à la plaque photographique. Nous déterminerons la position d'un point F de la ligne EF par sa distance x au point E ou bien par l'angle EDF $= \varphi$. La direction positive pour x sera celle de la vitesse v, et φ aura le même signe que x. Enfin nous supposerons que la plaque sensible se meuve avec une vitesse w dans la direction des x positifs.

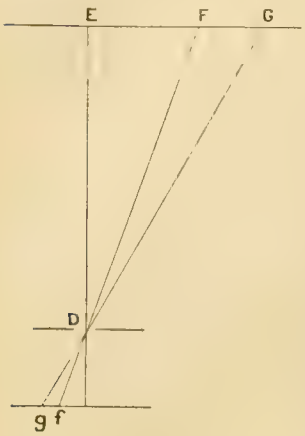


Fig. 2.

Pour chaque point d'une règle, qu'elle soit en repos ou non, il y a un seul moment auquel il peut émettre des rayons qui passeront par le trou à l'instant où il est ouvert. Supposons que pour le bout d'une barre qui se trouve du côté des x négatifs, cet « instant d'émission » soit t_0 et que la position F qu'il occupe alors soit déterminée par la coordonnée EF $= x_0$, ou par l'angle correspondant EDF $= \varphi_0$. Soit $t_0 + \tau$ l'instant d'émission pour l'autre bout G. Pour le déterminer, on peut remarquer d'abord qu'à cet instant la coordonnée de ce bout sera

$$x_1 = x_0 + l' + v\tau, \tag{15}$$

si l' est la longueur de la barre et v sa vitesse.

A leurs instants d'émission, les bouts de la barre se trouvent aux distances :

$$\sqrt{L^2 + x_0^2} \quad \text{et} \quad \sqrt{L^2 + (x_0 + l' + v\tau)^2}$$

de l'ouverture, et, comme la différence des temps que la lumière met à parcourir ces longueurs doit être égale à l'intervalle entre les instants d'émission, il faut qu'on ait :

$$\sqrt{L^2 + (x_0 + l' + v\tau)^2} - \sqrt{L^2 + x_0^2} = -c\tau.$$

Cette équation se simplifie si la distance L est très grande par rapport à la longueur de la règle. On peut alors omettre les termes en l'^2 et en τ^2, et on trouve :

$$\tau = -\frac{\sin\varphi_0}{c + v\sin\varphi_0}\, l',$$

de sorte que l'expression (15) devient :

$$x_1 = x_0 + \frac{cl'}{c + v\sin\varphi_0}.$$

Soient f et g les points où le plan immobile qui coïncide avec la plaque sensible est coupé par les lignes FD et GD prolongées, et où se forment par conséquent les images des deux bouts. On aura :

$$fg = \frac{\lambda}{L}.\mathrm{FG} = \frac{\lambda}{L}.\frac{cl'}{c + v\sin\varphi_0}, \tag{16}$$

le point g se trouvant du côté négatif de f. Mais, comme les rayons traversent l'ouverture au même instant, ils arrivent en g plus tard qu'en f, l'intervalle étant

$$\frac{Dg - Df}{c} = \frac{\lambda}{L}.\frac{DG - DF}{c} = -\frac{\lambda}{L}\tau = \frac{\lambda}{L}.\frac{\sin\varphi_0}{c + v\sin\varphi_0}\, l'.$$

Dans cet intervalle, la plaque photographique s'est déplacée sur une distance

$$\frac{\lambda}{L}.\frac{w\sin\varphi_0}{c + v\sin\varphi_0}\, l',$$

et la distance des deux images, mesurée sur la plaque, sera la somme de cette longueur et de la longueur (16) :

$$s = \frac{\lambda}{L}.\frac{c + w\sin\varphi_0}{c + v\sin\varphi_0}\, l'.$$

Soient s_1 la longueur de l'image de la barre fixe, s_2 celle de l'image de la barre mobile, et supposons que dans les deux cas l'angle φ_0 ait la même valeur, c'est-à-dire que les bouts des barres qui se trouvent du côté des x négatifs coïncident à un moment qui est l'instant d'émission pour l'un et, par conséquent, pour l'autre[1]. Pour la barre fixe on a : $v = 0$, $l' = l$, et pour la barre mobile $l' = \frac{l}{a}$. Donc :

$$\frac{s_1}{s_2} = \left(1 + \frac{v}{c}\sin\varphi_0\right)a. \tag{17}$$

On voit que le résultat de la comparaison dépend de l'angle φ_0. Or, si l'observateur A veut se placer dans les conditions les plus simples, il fera la photographie des barres au moment où l'une glisse le long de l'autre, en plaçant son appareil sur une ligne perpendiculaire à leur longueur. Dans ce cas, qui correspond à $\varphi_0 = 0$, il peut dire, parce qu'il néglige les termes en l^2, que tous les rayons effectifs ont été émis au même instant.

Quant à B, il imitera de sa manière ce que A vient de faire ; il réalisera le cas où, dans son système, $\varphi_0 = 0$.

[1] Nous aurions pu tout aussi bien supposer que ce soient les *milieux* des barres qui coïncident de cette manière. Le résultat resterait le même parce qu'on peut négliger les termes en l^2.

Mais alors, dans cette seconde expérience, l'angle φ_0 aura pour A une valeur différente de 0. Pour la trouver, il suffit de remarquer que, dans la première expérience, l'émission des rayons (par les bouts coïncidents) et leur passage par le trou ont lieu en des points qui ont le même x, mais que l'instant de l'émission précède de L/c celui du passage. Pareillement, dans la deuxième expérience, les valeurs de x' sont égales entre elles, et celles de t' diffèrent de L/c. En vertu de la première des équations (9), cela implique que la valeur de x qui correspond à l'émission est inférieure de b L à celle du trou au moment du passage des rayons. Donc, pour la deuxième expérience, $x_0 = -b$ L, $\operatorname{tg} \varphi_0 = -b$,

$$\sin \varphi_0 = -\frac{b}{a}. \tag{18}$$

Pour $\varphi_0 = 0$, la formule (17) devient

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = a,$$

et pour la valeur donnée par (18), si l'on a égard aux relations (3) et (8),

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{1}{a}.$$

Ce que nous avons dit des résultats des deux comparaisons se trouve ainsi confirmé.

§ 12. — Il nous reste à expliquer la contradiction apparente des deux observateurs au sujet des horloges.

Nous avons déjà vu comment A peut comparer deux de ses chronomètres, dont l'un se touve tout près de lui, et l'autre à une certaine distance. Ajoutons maintenant qu'il peut se servir de la même méthode pour comparer un de ses propres instruments placé dans son voisinage immédiat, avec un chronomètre qui se déplace d'une manière quelconque dans le laboratoire. Nous n'avons plus à dire qu'il constatera ainsi une marche plus lente des instruments appartenant à B.

De son côté, l'observateur B pourra étudier, suivant la même méthode, un chronomètre C du système de A, en le comparant avec un de ses propres chronomètres C', près duquel il s'est placé. Il éclairera le cadran de C par un faisceau de lumière instantané, et si t'_1, t'_2 sont les instants du départ et du retour, lus sur C', il conclura que l'aiguille de C a atteint la position observée τ au moment :

$$t' = \frac{1}{2}(t'_1 + t'_2) \tag{19}$$

indiqué par C'.

Cela posé, nous allons considérer le cas suivant, qui a un certain intérêt, puisqu'il donne lieu à une conclusion qui, au premier abord, semble assez paradoxale.

Supposons qu'à partir du point O dans le laboratoire de A, au moment $t = 0$ indiqué par un chronomètre fixe C installé en ce point, un observateur B parte dans la direction des x positifs avec une vitesse constante, et que, au moment $t = T$, il rebrousse chemin subitement pour retourner au point O avec une vitesse égale à celle qu'il avait d'abord. Au moment où il revient au point de départ, le chronomètre C marquera $t = 2T$.

Quelle sera alors l'indication d'une horloge C' que B a emportée dans son mouvement de va-et-vient et qui marqua $t' = 0$ au moment du départ?

Les observations de A, dont l'exactitude ne peut être mise en doute, montrent que C' marche plus lentement que C pendant le retour aussi bien que pendant l'aller, de sorte qu'on a constamment[1] :

$$t' = \frac{1}{a} t.$$

B pourra s'en assurer à chaque moment de son voyage en comparant son propre chronomètre à un des chronomètres de A, si par hasard il s'en trouve un tout près de lui.

Au moment du retour, on aura :

$$t' = \frac{2}{a} T;$$

le chronomètre C' sera en retard par rapport à C ; l'observateur B ne manquera pas de le constater. Et pourtant, d'après ce que nous avons dit, il doit voir pendant son mouvement que c'est son propre instrument qui marche le plus vite. Voilà ce qu'il s'agit d'éclaircir.

A cet effet, il suffit d'imaginer que, pendant sa course, B fait à plusieurs reprises la comparaison de C et C' en se servant toujours de la méthode que nous avons indiquée. Nous calculerons avec A ce qui en résultera.

Dans le système de A, le mouvement de B a lieu suivant l'équation

$$x = vt$$

de $t = 0$ jusqu'à $t = T$, et suivant la formule

$$x = v(2T - t)$$

dans l'intervalle entre $t = T$ et $t = 2T$, la grandeur positive v désignant la vitesse en valeur absolue.

En se servant de ces formules, A peut considérer un signal lumineux lancé au point où se trouve B à un moment choisi t_1.

[1] Pour simplifier, nous ne parlerons pas du changement de l'indication de C' qui pourrait être produit (le principe de relativité ne nous en dit rien) au moment où la direction de la translation est subitement renversée.

Il calculera facilement le temps τ de l'arrivée de ce signal en O, et le temps t_2 où, en retournant vers B, il rattrape ou rencontre cet observateur. Pour chaque valeur de t_1, on connaîtra donc τ et t', les indications de C et de C' que B regarde comme simultanées. Quant à t', cette grandeur est donnée par l'équation (19) ou bien par

$$t' = \frac{1}{2a}(t_1 + t_2).$$

Enfin, connaissant t' et τ en fonction de t_1, on peut, par l'élimination de cette dernière variable, obtenir la relation cherchée entre τ et t'.

Dans la solution du problème, il faut distinguer trois périodes. Dans la première, t_1 et t_2 sont tous les deux inférieurs à T ; dans la deuxième, on a : $t_1 < T$, mais $t_2 > T$, c'est-à-dire que B fait partir la lumière avant et la reçoit après le moment où il rebrousse chemin, et enfin, dans la troisième période, on a $t_1 > T$.

Voici maintenant les résultats.

Première période :

$$\tau = \frac{1}{a} t'. \tag{20}$$

Valeurs initiales :

$$t' = 0, \quad \tau = 0.$$

Valeurs finales :

$$t' = \sqrt{\frac{c-v}{c+v}}\,T, \quad \tau = \frac{c-v}{c}\,T. \tag{21}$$

Deuxième période :

$$\tau = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}\,t' - \frac{v}{c}\,T. \tag{22}$$

Cette période commence avec les valeurs (21), et finit avec

$$t' = \left(1 + \frac{2v}{c}\right)\sqrt{\frac{c-v}{c+v}}\,T, \quad \tau = \frac{c+v}{c}\,T.$$

Troisième période :

$$\tau = \frac{1}{a} t' + \frac{2v^2}{c^2}\,T. \tag{23}$$

A la fin :

$$t' = \frac{2}{a}\,T, \quad \tau = 2T.$$

On voit par les formules (20) et (23) que, dans la première et la troisième période, le chronomètre C a pour B une marche plus lente que son propre instrument, ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit. Mais l'effet ainsi produit est plus que compensé par l'accélération de C par rapport à C' qui est observée dans la deuxième période, comme le montre la formule (22). Il est vrai que, si la vitesse v est très petite en comparaison de celle de la lumière, la deuxième période est beaucoup plus courte que la première et la troisième; mais, en revanche, l'accélération apparente de C indiquée par le facteur $\sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$ est alors de beaucoup plus considérable que le ralentissement qui est déterminé par le facteur $\frac{1}{a}$.

§ 13. — Pour terminer ces considérations, j'insisterai sur la *réalité* des effets dont il a été question.

Le raccourcissement d'une barre qui se meut dans le sens de sa longueur est, pour l'observateur A, un phénomène physique du même ordre que, par exemple, la dilatation par la chaleur, et il peut chercher à s'en rendre compte par des hypothèses convenables (sur le rôle de l'éther dans les actions moléculaires), de la même manière qu'il le ferait pour cette dilatation.

Mais il faut bien reconnaître que A ne pourra jamais s'assurer de l'immobilité dans l'éther que nous lui avons attribuée par supposition, et que le physicien B pourrait avec le même droit, ou plutôt avec la même absence de droit, prétendre que c'est lui qui se trouve dans ces circonstances privilégiées. Cette incertitude, cette impossibilité de jamais déceler un mouvement par rapport à l'éther, a conduit M. Einstein, et de nombreux autres physiciens modernes, à abandonner tout à fait la notion d'un éther.

C'est là, à ce qu'il me semble, une question envers laquelle chaque physicien pourra prendre l'attitude qui s'accorde le mieux avec la façon de penser à laquelle il s'est accoutumé.

Un expérimentateur quelconque — que ce soit notre A ou notre B — pourra expliquer, pour autant qu'on explique dans la Physique, tout ce qu'il observe en supposant qu'il est en repos dans l'éther, mais il le peut faire tout aussi bien s'il admet que son laboratoire est traversé par un courant d'éther qui a sur ses instruments l'influence dont il a été question. Cependant, il devra reconnaître qu'il lui est impossible de savoir quelles sont la direction et la vitesse de ce courant, et s'il éprouve le besoin de ne pas se préoccuper de cette incertitude, il prendra le parti de M. Einstein. Alors il ne parlera plus d'un éther, et il dira simplement que c'est le mouvement d'une barre ou d'une horloge dans son laboratoire qui produit le raccourcissement de l'une et le ralentissement de l'autre.

H.-A. Lorentz,
Professeur à l'Université de Leyde,
Associé de l'Institut de France.

SUR L'ORIGINE DES ESPÈCES DANS LES GENRES POLYMORPHES

I

Dans le système du règne des animaux et des végétaux, les espèces sont distribuées bien irrégulièrement. Il y a des familles dans lesquelles une grande richesse en formes n'est représentée que par un nombre relativement petit d'espèces, tandis que dans d'autres les espèces abondent. De même pour les genres. Quelques-uns d'entre eux sont monotypes, ne comprenant qu'une seule espèce, tandis que dans d'autres on compte les formes par centaines. Les espèces elles-mêmes offrent les mêmes différences. Pour la plupart, elles sont constituées de deux ou de trois formes élémentaires, mais de temps en temps ce nombre s'accroît jusqu'à atteindre plusieurs centaines.

Dans les diverses lignées, l'évolution ne procède donc point d'un pas uniforme. Ordinairement, elle est lente et régulière; mais, sous l'influence de certaines conditions anormales, sa vitesse s'accroît jusqu'à devenir très rapide et même précipitée. Dans les cas de cet ordre, la sensibilité des formes aux influences extérieures semble devenir si grande que les organismes répondent à chaque secousse un peu forte par un changement dans leurs formes et dans leurs caractères. Ces changements nous font l'impression de la production de nouvelles espèces élémentaires, et, comme celles-ci se propagent et se multiplient ordinairement par le semis, l'ensemble du groupe tend à devenir de plus en plus polymorphe.

Si nous tâchons d'introduire ce principe dans une esquisse d'un arbre généalogique, les embranchements et les ramifications se montreront très irréguliers, mais surtout les groupes polymorphes feront l'impression d'accumulations locales d'un grand nombre de petites branches. Ils rappelleront plus ou moins clairement les balais de sorcière qu'on voit si souvent sur les bouleaux et sur quelques autres espèces d'arbres. Chaque rameau de ces balais représenterait une espèce élémentaire; il y en a parfois une centaine ou plus. Les rameaux sont courts et drus, ce qui correspond à la jeunesse des espèces et à la petitesse de la divergence de leurs caractères. Chaque année on voit s'en produire de nouveaux, comme on doit s'imaginer que dans ces groupes multiformes la production des unités spécifiques a duré une période plus ou moins longue.

Les espèces de roses et de ronces se comptent par centaines, et même dans les flores de petites régions on connaît la difficulté de bien distinguer entre les formes de ces deux genres. Dans les saules, il y a tant de formes affines qu'il est presque impossible de les décrire, et que plusieurs écrivains en considèrent une bonne partie comme issues du croisement des autres. De même pour le genre *Hieracium* et divers autres. Chaque collection d'insectes peut donner des représentants de ces groupes polymorphes. Il y a des centaines d'espèces de mouches, que l'œil ne distingue guère et dont les caractères distinctifs sont si minimes que tout le groupe produit plutôt l'impression d'uniformité que de diversité. De même pour certains groupes de coléoptères et de papillons, et spécialement pour plusieurs types de noctuides.

M. Standfuss, le célèbre entomologiste suisse, a comparé ces groupes à des explosions d'espèces. Chaque genre polymorphe et chaque espèce riche en sous-espèces lui fait l'effet d'être produit par une sorte d'explosion. L'évolution ordinairement lente se précipite, les formes nouvelles se succèdent rapidement, et il semble que l'espèce originelle éclate en mille fragments. Chacun de ces fragments représenterait une forme élémentaire distincte des autres. Par l'explosion, la force explosive elle-même s'épuise, soit momentanément, soit plus ou moins rapidement, et la même chose se retrouve dans le règne organisé où les formes élémentaires des groupes polymorphes peuvent être simplement parallèles ou plus ou moins clairement dues à des divisions répétées.

Les balais de sorcière se trouvent sur les branches et les rameaux périphériques du bouleau et ne jouent aucun rôle dans la production des maîtresses branches ou dans la formation de la cime de l'arbre. Ils sont des produits latéraux et plus ou moins isolés, dont les rameaux restent petits et de même taille; on ne voit jamais de grandes branches sortir de leur intérieur. Ils barrent pour ainsi dire le chemin à la ramification normale et n'aboutissent à rien qui puisse contribuer au développement ultérieur de l'arbre. De même pour les balais de sorcière phylogénétiques; ils contribuent largement à la richesse en formes de la Nature, mais on ne les voit pas produire de types réellement nouveaux, qui pourraient devenir le commencement de nouveaux genres, ou de familles entières. Mais peut-être cela tient-il à ce que les groupes multiformes initiaux de familles ou de sous-familles actuelles ont depuis longtemps disparu de la surface terrestre.

II

Considérons maintenant les causes probables de ces explosions organiques. Nous pouvons nous

imaginer que les forces extérieures et intérieures qui gouvernent l'évolution normale des êtres organisés se trouvent ordinairement dans un état d'équilibre stable. Une production lente et plus ou moins régulière de formes nouvelles en sera le résultat, et l'évolution procèdera d'un pas plutôt monotone. De temps en temps, cependant, les influences extérieures doivent devenir beaucoup plus fortes qu'à l'ordinaire et pouvoir provoquer des changements plus rapides, ou bien rendre les organismes eux-mêmes plus sensibles. L'équilibre intérieur deviendra instable et labile et pourra réagir plus aisément aux changements environnants. Si l'instabilité va en augmentant, on arrivera à un état de labilité des caractères spécifiques qui fera réagir à toute intervention un peu accentuée par des changements relativement grands et conduisant aisément à la production de nouveaux caractères, correspondant à de nouvelles espèces élémentaires.

Les groupes polymorphes les mieux connus dans le règne végétal sont ceux des Erophiles printanières (*Draba verna*) et des Pensées des champs (*Viola tricolor*). Les espèces élémentaires de l'Erophile sont agglomérées principalement dans le sud de la France et il semble que son explosion s'est produite dans cette région il y a plusieurs siècles. Les fragments doivent avoir disparu en grande partie ; ceux qui ont survécu se rencontrent en partie sur place, et se sont distribués pour une autre partie sur toute l'Europe et les pays adjacents de l'Asie. On en compte environ deux cents, dont une cinquantaine habitent la France. Souvent ils vivent isolés, souvent on les rencontre en petits groupes, de deux ou de quelques espèces dans la même habitation. Rien n'indique que les différentes formes élémentaires se soient essentiellement changées durant leurs migrations.

Les Pensées des champs diffèrent entre elles par un ensemble plus riche de caractères, dont le groupement est plus ou moins parallèle à leur distribution géographique. Les formes à grandes fleurs bien coloriées habitent principalement les régions sablonneuses comme les dunes maritimes ; elles constituent ensemble la sous-espèce *V. tricolor* proprement dite. Les Pensées des champs (*V. tricolor arvensis*) ont ordinairement des fleurs plus petites et des corolles ne dépassant pas les limbes du calice. On les trouve ordinairement mélangées, chaque champ de blé en présentant tout un groupe. Mais, comme il est évident que les graines doivent être transportées très souvent avec le blé d'un pays à un autre, il est maintenant très difficile d'établir leur distribution géographique originelle. M. Wittrock a semé les graines d'un grand nombre de ces types, récoltées séparément, et a observé que les races sont tout à fait constantes et pures, et fidèles à leurs caractères jusque dans les moindres détails, même dans le coloris des fleurs. La grande variabilité apparente des Pensées s'explique donc par la présence d'un grand nombre de formes élémentaires, mais dont chacune est pure et constante et pour ainsi dire invariable.

Un troisième exemple est donné par les Enothères. Leur patrie est l'Amérique du Nord, mais plusieurs espèces ont été transportées en Europe au cours des siècles derniers et se sont rapidement répandues et multipliées jusqu'à devenir bien indigènes et à rivaliser avec les meilleures espèces dites autochtones de nos flores. On peut distinguer les formes à petites fleurs des espèces à corolles grandes et belles, d'un jaune luisant et brillant. Ces dernières ont été introduites dans les jardins, soit pour la beauté de leurs formes, soit pour leur odeur très agréable, et ce sont donc principalement celles-ci qui se trouvent maintenant à l'état subspontané en Europe. Toutes ces espèces sont très rapprochées les unes des autres, et leurs caractères distinctifs sont de nature bien secondaire : aussi sont-elles réunies par certains auteurs, toutes ensemble, dans une seule espèce linnéenne, l'*Œnothera biennis*. Pour d'autres systématiciens, elles forment cependant un nombre plus ou moins grand de bonnes espèces, nombre qui s'élève déjà à plusieurs douzaines et s'augmente encore chaque année par la découverte de nouveaux types.

On ne connaît pas l'origine géographique du groupe, et, fait plus curieux encore, on n'a pas retrouvé en Amérique les habitations originelles des espèces répandues maintenant en Europe. Cela tient principalement aux coutumes errantes de ces plantes. Nulle part on ne les trouve dans des habitations réellement sauvages. Partout ce sont les terrains cultivés qu'elles préfèrent, se multipliant rapidement sur les champs délaissés ou en friche, sur les bords des champs cultivés, le long des chemins ou parmi les déchets de la culture.

C'est de cette manière que je les ai rencontrées partout, soit dans les divers pays de l'Europe, soit en Amérique, où je les ai étudiées dans les États de Missouri, de Kansas, d'Illinois, d'Indiana, de Minnesota et ailleurs. Elles aiment les terrains labourés et sont inclinées à les quitter et à chercher une autre habitation aussitôt que le sol, laissé tranquille pendant un certain nombre d'années, devient trop dur pour les racines délicates de leurs germes. En dehors des terrains labourés par l'homme, je ne les ai rencontrées que dans des localités où le sol avait été remué par la nature elle-même, soit par des ruisseaux dépassant leurs bords, soit par les grands fleuves inondant des contrées entières et couvrant le sol de couches épaisses de sable et d'argile. J'ai

eu l'occasion d'étudier amplement les effets d'une grande inondation du Missouri dans la partie méridionale de l'État qui porte le nom de ce fleuve. C'était une forêt vierge, dont le fond avait été recouvert d'une couche épaisse de sable. Là, les Enothères s'étaient multipliées rapidement, formant des stations de plusieurs milliers d'individus, les unes tout près de la rivière, les autres à des distances variées. Le développement était extrêmement vigoureux dans tous les sens; il y avait des plantes dont la tige atteignait une hauteur d'environ 4 mètres.

C'est là que j'ai eu la bonne chance de surprendre la Nature en flagrant délit, pour me servir de cette expression; je veux dire dans l'acte même de la production d'une nouvelle espèce élémentaire. Parmi des centaines d'individus fleuris portant tous un même type, il y avait une seule plante de nature différente. On l'apercevait de loin par son port tout autre et principalement par ses feuilles étroites. L'épi était en fleurs et portait des fruits presque mûrs. De leurs graines, je n'ai pas réussi à perpétuer la nouvelle forme dans les cultures de mon jardin expérimental. Mais j'avais pris la précaution de récolter aussi des graines sur les plantes normales de la même localité, dans l'espoir que, peut-être, le phénomène se répéterait et que je verrais en provenir, dans mon semis, une ou deux plantes répétant les feuilles étroites et les autres caractères de la nouvelle forme. Le résultat a répondu à mon espérance; le type à feuilles de saule s'est montré de nouveau et j'en ai pu déduire une race bien uniforme et constante, différant d'une manière très frappante de l'espèce dont elle était issue. Je la cultive maintenant sous le nom d'*Oenothora salicifolia*; c'est une forme naine très ramifiée, à feuilles presque linéaires, aux bords sinués et à fleurs petites, d'un jaune pâle.

L'échantillon sauvage était unique dans son entourage de plantes ordinaires, et le spécimen fondateur de ma race a été produit par un saut brusque, changeant tous les caractères d'un seul coup, sans intermédiaires ni transitions préparatoires. C'est de la même manière que se sont produites toutes les nouveautés d'Enothères dans mon jardin expérimental, et il me semble donc bien justifié de supposer que dans la Nature les espèces élémentaires des Enothères se sont formées de la même manière.

Les diverses habitations des Enothères que j'ai rencontrées dans la partie centrale des Etats-Unis portaient presque chacune une espèce différente des autres. J'en ai récolté plus d'une douzaine et j'en ai semé les graines dans mon jardin pour bien pouvoir comparer les caractères. Ces localités étaient pour la plupart petites, et ordinairement situées le long des grandes routes ou sur le bord des champs cultivés. On voyait aisément qu'elles dépendaient de l'activité de l'homme, et pour cette raison ne pouvaient pas être bien vieilles. D'où toutes ces espèces étaient-elles provenues? Probablement d'une contrée lointaine et plus méridionale. Peut-être de l'Amérique centrale, peut-être de plus loin encore. On ne le sait pas. On peut admettre que le groupe a déjà été multiforme et variable dans sa patrie originale, mais aussi il n'a pas cessé de changer au cours de ses migrations, et même que plusieurs des espèces actuelles ont été formées à l'endroit précis où on les trouve à présent.

III

Passons maintenant aux Enothères à grandes fleurs.

Elles forment toute une série, partant de l'espèce ordinaire américaine dont je viens de décrire la mutabilité, et il semble que, durant leur développement, cette propriété est devenue de plus en plus prononcée. La série commence par le type européen bien connu de l'*Oenothera biennis* de Linné, se poursuit dans des formes à fleurs un peu plus grandes et très odorantes, comme le *suaveolens*, le *grandiflora* et l'*argillicola*, pour aboutir à l'espèce majestueuse *O. Lamarckiana*, qui les surpasse toutes par la beauté de son port et la grandeur excessive de ses fleurs. Le *suaveolens* est encore très voisin du *biennis*, et se trouve à l'état subspontané dans plusieurs départements de la France; je l'ai étudié spécialement dans la forêt de Fontainebleau, où M. le Dr L. Blaringhem a eu la bienveillance de m'en montrer plusieurs stations. Les fleurs ont la même structure que celles de l'*O. biennis*, mais sont de moitié plus grandes. Le *grandiflora* est une espèce de l'Alabama, un des Etats Unis les plus méridionaux. Je l'ai observé là il y a environ une année en plusieurs endroits, croissant de la même manière que les autres espèces, sur des terrains cultivés, notamment au bord des champs de coton et de maïs. Elle est plus ramifiée que l'espèce française; son feuillage est plus mince et plus délicat, ses fleurs sont de la même grandeur et aussi odorantes, mais le style est plus long et atteint le sommet des anthères, caractère qui rapproche la plante du *Lamarckiana* de mes cultures. L'*O. argillicola* nous vient de la Virginie; elle se distingue de ses voisins surtout par ses feuilles étroites et presque linéaires.

Comme je viens de l'indiquer, cette série contient les formes les plus rapprochées des ancêtres probables du *Lamarckiana*, et c'est donc dans cette série qu'il faut s'attendre à pouvoir étudier le développement de la mutabilité de celles-ci. Seulement

l'étude de la plupart d'entre elles n'a été qu'ébauchée jusqu'à présent et n'offre que des observations fortuites dans la direction désirée. Par contre, on connaît très bien la mutabilité de l'*O. biennis* de Linné, qui a été étudiée à diverses reprises par M. Stomps. Dans les dunes hollandaises, cette espèce produit, de temps en temps, deux variétés bien marquées. L'une est connue sous le nom d'*O. biennis sulfurea* et diffère de l'espèce-mère par la couleur jaune-soufre de ses fleurs. C'est une forme tout à fait constante et aussi facile à cultiver que l'espèce-mère. Elle s'est présentée aussi dans des lignées pures de celle-ci dans des cultures expérimentales et doit donc être considérée comme une mutation. Mais, comme elle est très fertile et se reproduit aisément de graines dans nos dunes, il va sans dire que cette circonstance nous rend impossible d'y reconnaître les exemplaires qui pourraient avoir été formés par des mutations nouvelles. A ce point de vue, la seconde mutation est plus favorable, parce qu'elle est très rare et ne semble guère se multiplier à l'état sauvage, nonobstant l'abondance de ses graines. Elle a été découverte pour la première fois il y a une quinzaine d'années, dans nos dunes, par mon fils le Dr Ernst de Vries et s'est montrée bien constante et d'une culture facile dans mes semis.

En dehors de ces deux mutations spontanées, l'*O. biennis* a produit dans les cultures de M. Stomps une forme naine et une forme géante. La première s'est montrée aussi dans mes semis, à diverses reprises. Nous l'appelons *O. biennis nanella*. Elle atteint une hauteur de 2 ou 3 décimètres et commence à fleurir dès que sa tige a 5 à 6 centimètres. Par ce caractère, elle correspond à la mutation naine de l'Enothère de Lamarck, une des nouveautés les plus régulièrement produites dans mon jardin expérimental. Elle s'en rapproche encore par le second caractère distinctif de mes nains, c'est-à-dire leur sensibilité excessive aux attaques de certaines bactéries du sol. Ces parasites la déforment de la même manière dont ils changent l'*O. Lamarckiana nanella* en élargissant la base de leurs feuilles et rendant les pétioles fragiles, etc.

Il me semble bien permis de supposer que la mutabilité productrice de ce type spécial de nains, se rencontrant dans deux espèces aussi voisines que l'*O. biennis* et l'*O. Lamarckiana*, est due à un même dérangement initial des qualités héréditaires correspondantes. En d'autres termes, que les deux espèces en question l'ont héritée d'un même ancêtre. Et comme le *biennis* doit être plus rapproché de cet ancêtre que l'*O. Lamarckiana*, la mutabilité du premier représente pour nous le premier vestige de la mutabilité correspondante du dernier.

Les mêmes considérations s'appliquent à la production de formes géantes par la mutation. L'Enothère gigantesque ou *Œnothera gigas* est la plus frappante de toutes les mutations dans mes cultures. Elle s'impose non seulement par son port plus robuste, ses fleurs plus grandes, et tout l'ensemble de ses caractères extérieurs, mais encore par le fait que dans les noyaux de ses cellules le nombre des chromosomes, de ces porteurs matériels de l'hérédité, s'est doublé.

Or, le même dédoublement des chromosomes, accompagné des mêmes marques extérieures et se manifestant surtout par les bourgeons élargis des fleurs, s'est produit dans les cultures de l'*O. biennis* de M. Stomps et dans des lignées différentes. C'est donc ici encore une mutation préparatoire conduisant à celle de l'*O. Lamarckiana*.

IV

De ces observations et de ces expériences nous concluons que, dans le groupe polymorphe des Enothères, la mutabilité n'est pas une qualité spéciale de l'espèce de Lamarck, mais qu'elle est, au contraire, bien répandue, au moins dans une bonne partie des autres espèces. C'est elle qui a produit tout le groupe si varié des espèces élémentaires sauvages, et c'est elle qui se montre dans les cultures et dans les champs en produisant de temps en temps des nouveautés inconnues jusque-là. C'est encore elle qui se répète d'une génération à l'autre du *Lamarckiana* et donne la richesse prodigieuse des formes expérimentales dérivées de celui-ci.

Il est bien évident que dans l'*O. Lamarckiana* bon nombre de caractères se trouvent dans un état d'équilibre instable ou labile. Mais cet état doit s'être développé graduellement et consister en des qualités élémentaires accumulées bien distinctes et plus ou moins indépendantes les unes des autres. La mutabilité qui rend les feuilles étroites a peut-être été le premier pas dans cette voie. Viennent ensuite les propriétés de produire des nains et des formes géantes, et après elles celles qu'on ne connaît jusqu'à présent que dans le *Lamarckiana* lui-même.

Le caractère labile de certaines qualités peut en influencer d'autres, dont les porteurs se trouvent être voisins d'eux dans les chromosomes. La mutabilité ne sera donc pas restreinte aux facteurs labiles. Un élément instable peut influencer tout un groupe environnant et y rendre la transition à l'état labile plus facile, quand les influences extérieures tendent à la provoquer. Cette considération nous conduit à admettre que le degré de labilité des éléments d'un chromosome, qui se traduit par

la mutabilité des caractères visibles correspondants, tend à s'augmenter de plus en plus. Très petit et très lent dans les Enothères américains, il s'est rapidement accru dans la formation de l'*O. biennis* européen, pour atteindre son maximum dans l'*O. Lamarckiana*.

Les mêmes considérations s'appliquent évidemment aux autres cas de polymorphisme, dont l'étude est encore à commencer. Chaque explosion organique, chaque balai de sorcière phylogénétique, doit être le résultat d'une agglomération plus ou moins grande de porteurs matériels de l'hérédité à l'état labile. Cette agglomération elle-même doit s'être produite, dans chaque cas spécial, d'une manière lente et graduelle, mais devenant de plus en plus rapide à mesure que le nombre des éléments labiles s'augmente.

L'origine des espèces est donc la même dans les groupes polymorphes que partout ailleurs dans l'arbre généalogique, mais accélérée par l'accumulation successive d'un certain nombre d'éléments héréditaires labiles.

Hugo de Vries,
Professeur à l'Université
et Directeur du Jardin botanique d'Amsterdam,
Correspondant de l'Institut.

NOUVELLE THÉORIE DU PHÉNOMÈNE DE L'ALLOTROPIE [1]

I. — Introduction.

Soit un système composé de différentes espèces de molécules, qui, en se transformant les unes dans les autres, donnent lieu à l'établissement d'un équilibre ; suivant la vitesse de cette transformation, le système, placé dans des conditions déterminées d'expérimentation, se comportera comme un système formé d'un seul composant ou de plusieurs.

En réalité, l'existence de plusieurs composants étant la condition de la variabilité indépendante d'un système, ce que ces espèces de molécules ne sont pas, il n'y a pas lieu de parler ici de plus d'un composant.

Néanmoins, il arrive souvent qu'en opérant rapidement ou en se servant de catalysateurs négatifs, la transformation entre les différentes espèces de molécules pendant l'expérience est si minime que le système se comporte comme s'il était constitué de plusieurs composants. Dans ce cas, nous dirons qu'il se comporte d'une façon *pseudo-binaire*, *ternaire*, *quaternaire*, etc.

Bancroft fut le premier à signaler en 1898 [2] quelques systèmes pseudo-binaires ; il chargea alors ses élèves d'en étudier plusieurs types intéressants.

Un des exemples traités par Bancroft est celui du dichlorure de stilbène $C^6H^5.CHCl.CHCl.C^6H^5$. Zincke [3] avait remarqué, en examinant ce corps, que, lorsque la modification β qui fond à 192°-193° est chauffée pendant quelque temps au-dessus du point de fusion, puis refroidie, il se produit un abaissement du point de solidification jusqu'à ce que la température de congélation de 160° soit atteinte. Partant de la modification α fondant à 92°-93°, Zincke constata qu'après chauffage de la masse fondue, le point de solidification monte jusqu'à atteindre la valeur de 160-165° après une élévation de température à 200°.

Lehmann, qui a répété les expériences de Zincke, a reconnu cependant que la modification α, maintenue à plusieurs reprises pendant peu de temps à l'état liquide et refroidie chaque fois immédiatement après, voit son point de congélation s'abaisser d'abord, pour monter ensuite à 160°. La substance solide qui se dépose alors n'est pas la modification α, mais la modification β.

De ces données, Bancroft concluait que les modifications α et β ne doivent pas être regardées comme deux composants, mais que le système, quand on opère rapidement, peut se comporter pseudobinairement et que la courbe de fusion possède un point d'eutexie. Il arrive alors à la figure 1 (T.x), dans laquelle ont été indiqués le système pseudobinaire aussi bien que le système unaire.

Si le système se comporte binairement, $a\,c$ et $b\,c$ représentent les courbes de fusion des modifications α et β, dont l'intersection a lieu en un point d'eutexie c. En outre, cette figure indique ce que l'on observe quand les circonstances ont été choisies de manière qu'un équilibre puisse s'établir entre α et β, et que le système se comporte comme étant à un seul composant, autrement dit unaire.

Si nous sommes, par exemple, à 200°, l'équilibre peut être indiqué par k_1, à 190° par k_2 et à 160° par l. Or, il se trouve que l est précisément un point de la courbe de fusion de la modification β et, par conséquent, il se produira en l une congélation par suite de soustraction de chaleur.

Supposons maintenant que l'on opère dans un récipient ouvert et que la pression soit donc constante ; l'équilibre entre la substance solide

[1] *Chemisch. Weekblad*, t. VII, 79 et 155 ; 1910. *Kon. Akad v. Wetensch.*, 26 mars 1910, 808, et 24 déc. 1910, 802. *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. LXXVI, p. 421 (1911) ; t. LXXVII, p. 367 (1911).

[2] *Journ. phys. Chem.*, t. II, p. 143 (1898).

[3] *Lieb. Ann.*, t. CXCVIII, p. 115 (1879).

et le liquide, en cas de conduite unaire, est invariant, et, par conséquent, si la soustraction de chaleur a lieu de manière que non seulement l'équilibre hétérogène, mais aussi l'équilibre homogène puisse se maintenir, la congélation totale doit avoir lieu à *une seule et même température* (160°), que

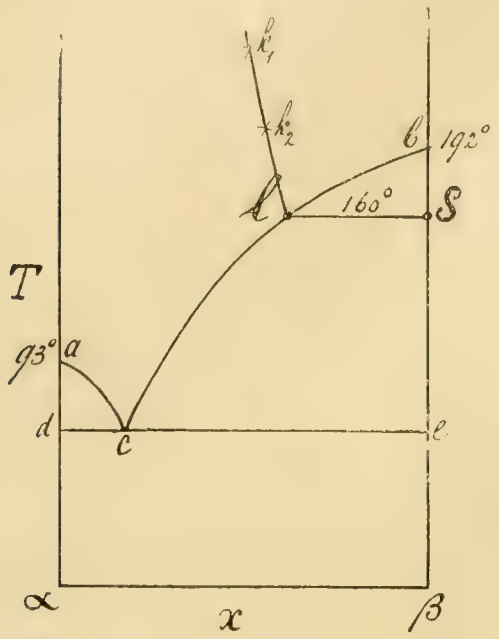


Fig. 1.

j'ai nommée *le point de fusion stable unaire.*

En cas de congélation du liquide *l*, on voit d'après le diagramme (fig. 1) qu'il se dépose du β pur, représenté par S. Mais, par ce dépôt de β, le liquide s'enrichit en α, et, s'il ne se produisait d'autres phénomènes, le liquide, par suite du changement de composition, suivrait la ligne *b c* jusqu'à ce qu'elle atteigne le point d'eutexie.

En cas de conduite unaire, cela n'arrive pas, mais la composition du liquide qui se congèle reste la même parce que, pendant le dépôt de β solide, la transformation α → β a lieu dans le liquide, et cela se continue jusqu'à solidification complète.

Dès que la phase liquide a disparu, la température peut baisser de nouveau en cas de soustraction de chaleur, et la phase solide cristalline se déplace en suivant la ligne Sβ.

La figure unaire T*x* se compose donc des lignes $k_1 l$ et Sβ, où *l* et S indiquent les phases coexistantes. On voit immédiatement ce qui arrivera en partant respectivement de α pur ou de β pur et chauffant rapidement ces corps. Si le réchauffement de β, par exemple, se fait si rapidement qu'on n'aperçoit pratiquement rien d'une transformation, il se produira une fusion à une température de 192°. Quand on maintient la masse durant quelque temps entièrement fondue, il se trouvera après refroidissement que le point de congélation a baissé au-dessous de 192°, et d'autant plus que la masse a été réchauffée plus longtemps à une température plus élevée. Cela continuera jusqu'à ce que le point de congélation unaire ait été atteint.

Si nous partons d'α, on trouvera, quand on l'aura réchauffé et refroidi rapidement, le point de congélation de 93°; mais, après que le liquide a été réchauffé à une température suffisamment élevée, le point de congélation, par suite de la transformation α → β, se trouvera d'abord avoir baissé comme l'a trouvé en effet Lehmann, mais après il montera jusqu'à ce que la température de congélation unaire ait été atteinte.

Après que Bancroft eut ainsi expliqué la conduite de l'α β-dichlorostilbène, ses élèves Carveth[1], Soch[2] et Cameron[3] ont étudié d'autres systèmes pareils. Le système le plus intéressant a été étudié par Soch, à savoir l'*acide benzilorthocarbonique.* De ce corps il existe deux modifications, une *blanche* et une *jaune*, qui présentent le phénomène d'*énantiotropie.* On trouva le point de transition à 65°. Au-dessus de cette température, la modification jaune est la forme stable, au-dessous la modification blanche.

Le point de fusion de la modification blanche métastable fut difficile à déterminer, parce que, à la température de fusion, cette variété se trans-

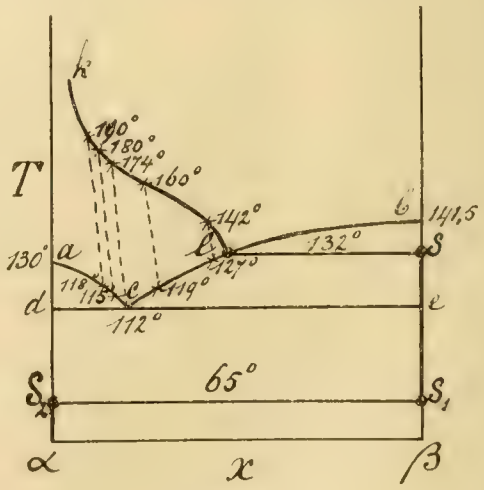


Fig. 2.

forme très rapidement dans la variété jaune solide.

Pour obtenir des données exactes, on remplit un mince tube capillaire de la modification blanche solide, puis on l'immerge dans un bain

[1] *Journ. phys. Chem.*, t. II (1898).
[2] *Ibid.*
[3] *Ibid.*, t. II, p. 364 (1898).

à température constante élevée. Si le corps ne fond pas au bout de quelques secondes, on élève la température du bain, et on répète l'expérience jusqu'à ce qu'on ait atteint la température à laquelle le corps fond en quelques secondes. De cette manière, on a trouvé pour le point de fusion de la modification blanche α 130°. De la même manière on fixe le point de fusion de la modification jaune β à 141°,5.

Le point de congélation unaire se trouve à 132°, car, quand on réchauffe la modification β durant quelque temps au-dessus de 141°,5, la température de solidification devient de 132°, valeur qu'on atteint aussi en partant de la modification α.

Contrairement aux autres systèmes, on ne put réussir à déterminer la forme de la courbe de fusion en partant de la modification α et en la fondant prudemment à plusieurs reprises, puis en déterminant après refroidissement rapide le point de congélation, car la modification blanche fondue se transforme avec une si grande rapidité dans la modification jaune que l'on n'obtenait aucun résultat de cette manière-là.

Pourtant, on est arrivé à déterminer en ce cas la forme du diagramme de fusion pseudobinaire, et on a pu démontrer que celui-ci possède un point d'eutexie parce que, par hasard, l'équilibre dans le liquide, du moins au début, se déplace beaucoup avec la température, ce dont on peut se rendre compte par la série d'expériences suivantes.

Lorsqu'on refroidit rapidement le liquide à partir de la température de 142°, la solidification se produit à 127°; lorsqu'on répète quelques fois l'expérience après avoir réchauffé le liquide à une température toujours plus élevée, le point de congélation baisse d'abord, puis remonte, ce que démontre le tableau suivant :

TEMPÉRATURE du liquide	POINT de solidification après refroidissement rapide
—	—
142°	127°
160°	119°
174°	112°
180°	115°
190°	118°

Etant donné que la masse cristallisée se trouve composée d'un conglomérat d'α et de β, il résulte de ces données expérimentales : 1° que le diagramme des points de fusion pseudobinaire possède un point d'eutexie; 2° que l'équilibre dans le liquide qu'on avait probablement à peu près atteint par cette expérience se déplace beaucoup avec la température. Si nous représentons cela schématiquement, en admettant que pendant le refroidissement rapide il s'est produit partout un déplacement, quelque minime qu'il soit, de l'équilibre, on obtient la figure T*x* ci-contre (fig. 2 donnée par Soch.

Or, nous avons encore une autre complication qui ne se présentait pas dans le système précédent : c'est la présence d'un point de transition. Si on continue à soustraire de la chaleur, la modification β jaune qui se dépose du liquide *l* se déplace en suivant la ligne Sβ. Arrivée au point S_1 la transformation de la variété β dans la modification α se produira à température constante en cas de conduite unaire, et si, en outre, l'équilibre hétérogène s'établit immédiatement; par conséquent S_1 et S_2 indiquent les phases coexistantes à l'équilibre unaire de transition. Selon Soch, cette température constante doit se trouver à environ 65°. Au-dessous de cette température de 65°, la modification stable est indiquée par la ligne $S_2\alpha$. Nous voyons donc que la figure unaire T*x* se compose des lignes *kl*, SS_1 et $S_2\alpha$.

II. — La nouvelle théorie de l'allotropie.

Ce sont les phénomènes rappelés dans l'introduction, qui se rapportent seulement aux corps *tautomères connus et sans considérer la phase solide*, qui ont donné lieu à la conception de la nouvelle théorie de l'allotropie. Cette théorie voit, en effet, dans ce qui précède un *phénomène général*, basé sur le fait qu'il arrive très rarement qu'une phase liquide d'un corps simple ne se compose que d'une seule espèce de molécules. Car non seulement il ressort de la détermination du poids moléculaire d'après la méthode d'Eötvös que l'association est un phénomène fréquent, mais, en outre, on n'ignore pas que, surtout parmi les corps organiques, toutes sortes d'isomères se produisent. Tous ces phénomènes portent à croire qu'un liquide se compose à l'ordinaire de différentes espèces de molécules qui peuvent être en équilibre. Cet équilibre, que, pour le distinguer d'autres équilibres homogènes, je désigne par le nom d'*équilibre interne*, est donc un équilibre entre des espèces de molécules dont l'une est un polymère de l'autre, ou entre des molécules qui ont la même masse, mais qui diffèrent de structure. Si cette conception s'applique en général à la phase liquide, il faudra qu'il en soit naturellement de même pour la phase gazeuse; mais, fait de beaucoup le plus important *à cause de ses conséquences d'une haute portée*, on est contraint alors d'admettre que la *phase solide* aussi se compose de différentes espèces de molécules qui peuvent se trouver en équilibre interne.

La théorie de l'allotropie admet qu'en général chaque phase d'un système qui se comporte unairement se compose d'au moins deux espèces de molécules qui sont en équilibre interne et doivent

être considérées comme composantes d'un pseudo-système.

Comme on ne tardera pas à le voir, nous pouvons aussi formuler cette hypothèse de la façon suivante :

Le système à une seule composante fait en général partie d'un pseudo-système dont les composantes, indiquées par les différentes espèces de molécules, sont plus ou moins miscibles à l'état solide.

Avant 1910, il n'existait aucune théorie qui fût à même d'embrasser, considérés d'un seul et même point de vue, les phénomènes de monotropie et d'énantiotropie avec les phénomènes qui s'y relient et qui trouvent leur expression dans la « loi des stades de transformation » d'Ostwald.

L'hypothèse que nous venons d'émettre conduit à un nouveau mode d'interprétation des plus simples, qui comprend, en même temps, les phénomènes susmentionnés, et qui les explique de la manière la plus naturelle. C'est pourquoi ce nouveau mode d'interprétation a été désigné sous le terme de : « nouvelle théorie de l'allotropie ».

Avant de poursuivre notre raisonnement, nous tenons à prévenir le lecteur que, si différentes espèces de molécules d'un seul corps se présentent à la fois dans une phase homogène, nous désignerons ce cas par l'expression d'*allotropie homogène*[1], puisqu'il n'y aura aucune difficulté de considérer ces différentes espèces de molécules comme les diverses variétés du corps.

Dans les cas où l'on observe deux phases homogènes allotropes différentes, nous parlerons d'*allotropie hétérogène*. Si nous partons, comme fait la théorie de l'allotropie, de l'hypothèse que chaque phase présente en général le phénomène d'allotropie homogène, il s'ensuit que, quand une phase donne naissance à une nouvelle phase (p. e. par soustraction de chaleur), celle-ci présentera également le phénomène d'allotropie homogène; et, quand on choisit les circonstances de manière qu'un équilibre interne ne puisse s'établir, un état d'équilibre interne dans ce procès donnera naissance à un autre état pareil.

Nous commencerons par démontrer que ce principe de la théorie de l'allotropie découle, de la manière la plus simple, comme une conséquence rationnelle, d'un examen plus approfondi d'un des diagrammes Tx dont nous avons déjà parlé.

Choisissons à cet effet celui du système de l'acide benzilorthocarbonique. Dans la figure Tx (fig. 2), on a admis qu'en cas de comportement unaire la modification β, absolument pure, se dépose du liquide, ce qui résulte de notre hypothèse que, dans la figure pseudobinaire Tx, les liquides *bc* coexistent avec β pur, comme les liquides *ac* avec α pur.

Or, nous sommes en face d'un cas idéal qui, selon toute probabilité, ne se présente jamais. Un corps solide dans lequel un autre corps solide ne se résout nullement ne se rencontrera probablement jamais, et *certainement pas quand les corps solides se composent des différentes espèces de molécules d'un seul et même corps.*

Nous sommes donc contraint d'admettre ici des cristaux mixtes. En ce cas, il ne se dépose pas du liquide l la modification β pure, mais une solution

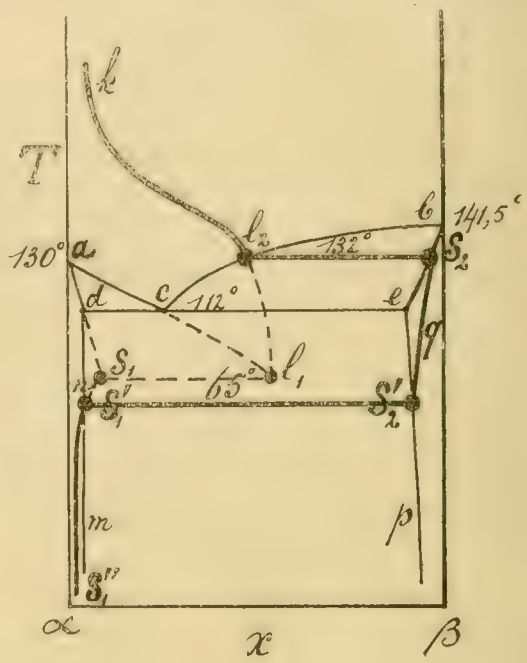


Fig. 3.

solide d'α dans β, autrement dit un cristal mixte.

Mais, si l'on considère que cette phase de cristaux mixtes coexiste avec un liquide qui est en équilibre interne, il est plus que probable qu'il faut admettre aussi un équilibre interne dans les cristaux mixtes, et ainsi nous voyons qu'en admettant des cristaux mixtes dans le pseudo-système, il nous faut aussi conclure à un équilibre interne à l'état solide. Cette conclusion est très importante, car elle ouvre des perspectives toutes nouvelles sur un grand nombre de phénomènes, en premier lieu les phénomènes d'*énantiotropie* et de *monotropie*.

Pour le démontrer, nous nous servirons encore du système acide benzilorthocarbonique. Nous admettons que la phase solide qui, en cas de conduite unaire, se dépose du liquide l_2 (fig. 3) n'est pas le corps pur β, mais un cristal mixte dans lequel il y a équilibre interne comme dans le liquide l_2. Le point S_2 est un point de la ligne qui indique les équilibres internes dans les phases

(1) Par les mots : *allotropie homogène*, j'indique l'existence de différentes espèces de molécules dans une phase homogène; mais ces mots n'indiquent pas s'il y a, ou non, équilibre interne.

solides à des températures différentes. Si la ligne d'équilibre coupe la partie stable de la courbe des cristaux mixtes ep, comme on l'a admis dans la figure 3, cela signifie que, au point d'intersection S'_2 pour la phase solide en équilibre interne, le phénomène de non miscibilité se produit et qu'il doit se former une nouvelle phase dans laquelle il y aura également équilibre interne. Comme nous avons maintenant affaire à un système qui se comporte unairement et que la pression est supposée constante, ces deux phases solides ne pourront coexister qu'à une seule température et, en cas de soustraction de chaleur, la phase solide S'_2 se transformera entièrement à température constante en S'_1, toujours si, en outre, il ne se produit pas de retard dans l'équilibre hétérogène.

Au-dessous de la température de transition ou de non-miscibilité, la phase solide stable se déplacera si la température continue à baisser en suivant la ligne $S_1'S_1''$. En outre, nous voyons que là où la ligne d'équilibre liquide interne kl_2 coupe le prolongement de la courbe ac de congélation du liquide, nous aurons affaire à un point de fusion unaire métastable, où la phase liquide, en cas de soustraction de chaleur, se solidifierait jusqu'à la phase cristalline S_4, à température constante. Ici donc aussi, mais à l'état métastable, une phase liquide en équilibre interne se transformerait dans une phase solide également en équilibre interne. Il est évident que ce point S_1 doit se trouver sur la ligne qui indique les phases solides riches en α qui sont en équilibre interne, donc un point du prolongement de la ligne $S_1''S_1'$.

Examinons maintenant en quoi, d'après ces considérations, doit consister la différence entre l'*énantiotropie* et la *monotropie*.

D'après ce qui précède, on voit que, même en cas de conduite unaire d'un corps simple, on peut parler d'une figure Tx; c'est suivant la position de cette figure unaire Tx par rapport à celle de la pseudo-figure Tx que le phénomène d'*énantiotropie* ou celui de *monotropie* se produiront.

Si la position relative de ces deux figures est telle que, au-dessous de l'équilibre de fusion unaire, la partie stable de la figure unaire Tx rencontre de nouveau la pseudo-figure Tx comme dans la figure 4, nous avons le cas d'énantiotropie. Si elles ne se rencontrent pas, nous avons le cas de monotropie. Cette conclusion ne s'applique pas seulement au cas où la pseudo-figure Tx possède un point d'eutexie, mais aussi, comme nous verrons plus bas, au cas où il se produit une température de trois phases, située entre les points de fusion des pseudo-composants.

Ainsi, dans la figure 5, les phases solides indiquées par la ligne S_2q sont toujours stables et celles désignées par la ligne S_1n toujours métastables. C'est ici un cas de monotropie. Si nous prolongeons

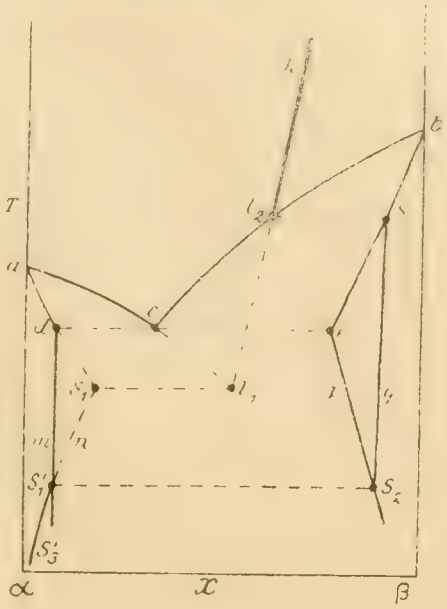


Fig. 4.

vers le haut les lignes qS_2 et pe, de même que nS_1 et md, nous voyons qu'en cas de monotropie on peut dire qu'il existe quand même un point de

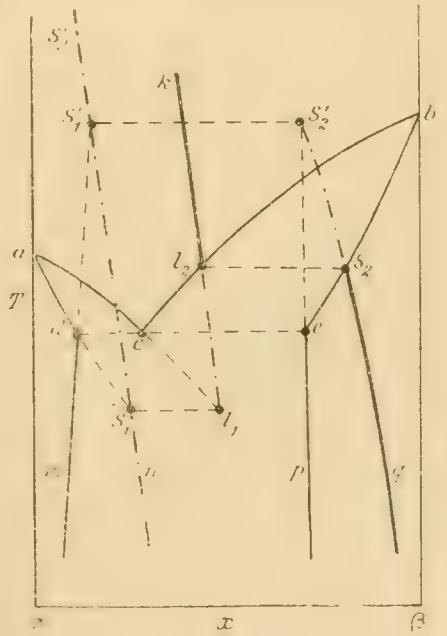


Fig. 5.

transition, mais qu'il est situé dans la région métastable, car alors S'_2 et S'_1 seraient deux phases solides qui, étant en équilibre interne, pourraient coexister.

Le prolongement exagéré des lignes précédentes n'est, toutefois, pas toujours permis, et il est, sans aucun doute, inexact de dire, avec Schaum et

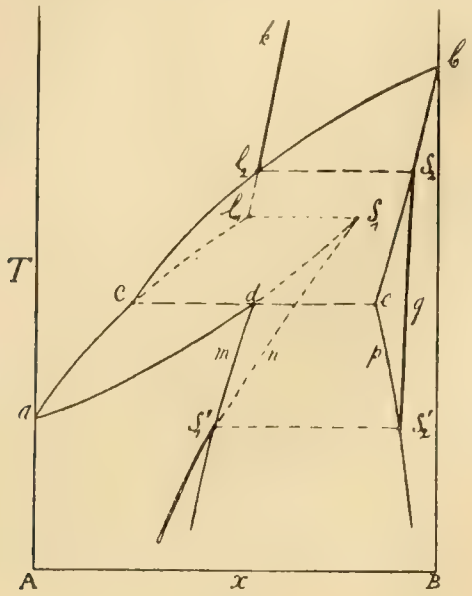


Fig. 6.

Ostwald, qu'en cas de monotropie, sous la tension de vapeur, le point de transition est situé dans la région métastable.

Cependant, il peut arriver aussi que la tempé-

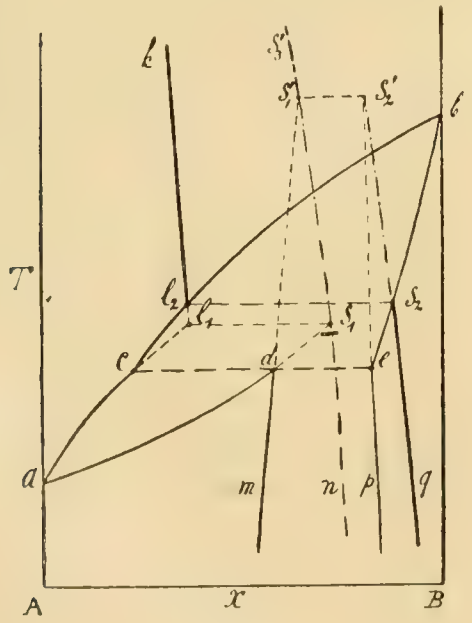


Fig. 7.

rature de trois phases coexistantes soit située entre les températures de fusion des composants. Pour ce cas, les figures 6 et 7 donnent les diagrammes T, x à pression constante; l'on reconnaîtra immédiatement que la figure 6 se rapporte au phénomène d'énantiotropie et la figure 7 à celui de monotropie.

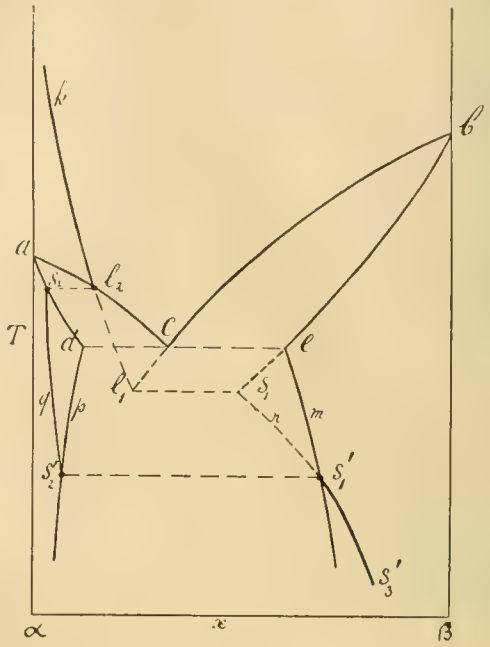


Fig. 8.

Si les pseudo-composants sont des isomères, il ne sera pas possible de dire d'avance quel type de pseudo-système est le plus vraisemblable dans un

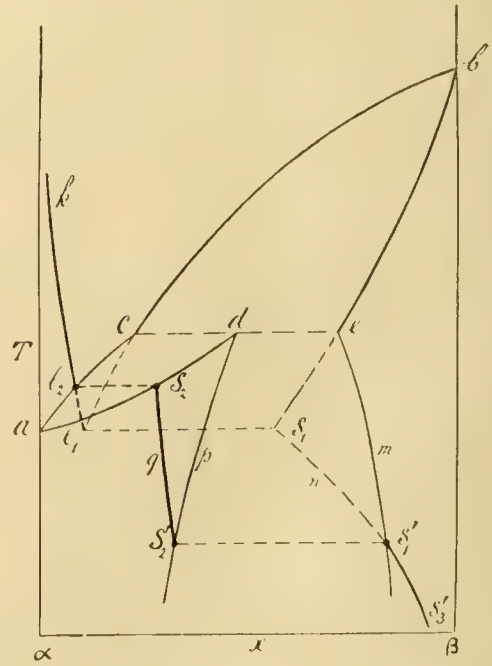


Fig. 9.

cas déterminé; l'expérimentation seule donnera alors la réponse. Si, par contre, les pseudo-composants présentent le phénomène de polymérie, on peut démontrer qu'il est très probable que la pseudo-

figure n'aura pas de point d'eutexie et que, en cas d'énantiotropie, il y a entre le système pseudo-binaire et le système unaire les relations suivantes (fig. 8):

Le pseudo-composant β est ici un polymère d'α et h le point de fusion le plus élevé. A une température plus élevée, l'équilibre interne se déplace, en suivant chacune des lignes du système unaire, du côté du pseudo-composant α, comme il résulte du signe de la chaleur de la réaction $x\alpha \rightleftarrows \beta + a$ cal. Dans l'équation susdite, a est positif. On peut dire en peu de mots pourquoi en ce cas il est très invraisemblable que la pseudo-figure présente un point d'eutexie.

Si dans le pseudo-système il se présentait un tel point, comme l'indique le diagramme de la figure 8, les liquides $a\,c$ contiendraient plus du polymère β que les phases solides $a\,d$ avec lesquelles coexistent ces liquides. Si les équilibres ne s'établissent pas sous pression constante, mais sous la tension de la vapeur, il se présentera aussi des phases gazeuses qui alors devraient contenir plus de polymère que les phases solides coexistantes, ce qui est tellement invraisemblable qu'on peut affirmer qu'en cas de polymérie on ne saurait s'attendre à rencontrer un point d'eutexie dans le pseudo-système.

Cette hypothèse a été examinée expérimentalement et reconnue vraie en étudiant les trois systèmes pseudo-binaires *acétaldéhyde-paraldéhyde*, *acétaldéhyde-métaldéhyde* et *paraldéhyde-métaldéhyde*, car aucun de ces pseudo-systèmes ne possède de point d'eutexie[1].

III. — Confirmations expérimentales.

§ 1. — Déplacement du point de solidification ou du point de fusion.

Une des conséquences de la théorie précédente est la suivante : quand l'équilibre interne dans la phase liquide ou dans la phase solide ne s'établit pas très rapidement, il est possible de déplacer le point de solidification commençante ou le point de fusion commençante. Si, par exemple, un liquide p (fig. 10 et 11), situé sur la ligne d'équilibre interne dans le liquide, est refroidi assez rapidement pour que le déplacement de l'équilibre ne puisse suivre la température, la cristallisation commencera à une température au-dessus ou au-dessous du point de solidification unaire, ce qui dépend de la direction de la courbe de l'équilibre liquide interne. Dans la figure 10, elle est telle que la cristallisation commencera au-dessus.

Au point de solidification unaire, et quoiqu'il tende à se mettre en équilibre, le corps se comportera maintenant plus ou moins comme un système

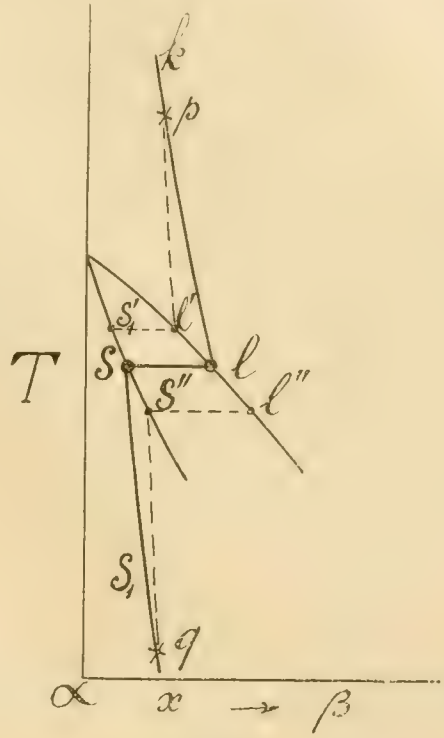


Fig. 10.

binaire et présentera un trajet de solidification.

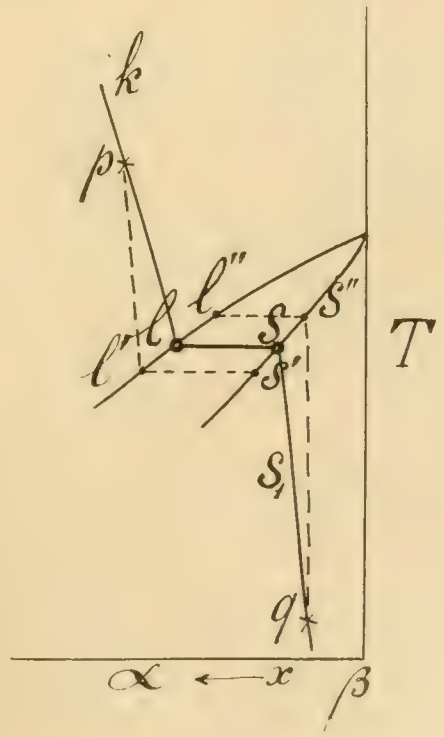


Fig. 11.

Chez le phosphore blanc et le cyanogène, on a

[1] *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. LXXVII, p. 269 (1911).

réussi de cette manière à faire commencer le phénomène de cristallisation de $\pm 0^{\circ},5$ au-dessus du point de solidification.

De même, on comprendra immédiatement que, quand l'équilibre interne ne s'établit pas trop rapidement, un corps solide q (voir fig. 10 et 11) commence à fondre si on l'échauffe très vite au-dessus ou au-dessous du point de fusion unaire.

C'est ce qu'on a observé, en effet, pour le soufre rhombique, le phosphore rouge, l'étain, la tristéarine.

Les recherches dans la direction que nous venons d'indiquer ont commencé depuis quelques années seulement, de sorte que, quoique nous ayons ici affaire à un phénomène général, nous ne disposons encore que de peu de données expérimentales. C'est surtout dans le domaine de la Chimie organique, où généralement les transformations ont lieu lentement, qu'on trouvera probablement les meilleurs matériaux.

§ 2. — **Déplacement du point de transition.**

De nos considérations théoriques précédentes, il résulte que non seulement il sera possible en bien des cas de déplacer le point de solidification ou de fusion, mais qu'il doit en être de même du point de transition.

Quand, par exemple, la phase solide p (voir fig. 12 et 13) est refroidie subitement, le phéno-

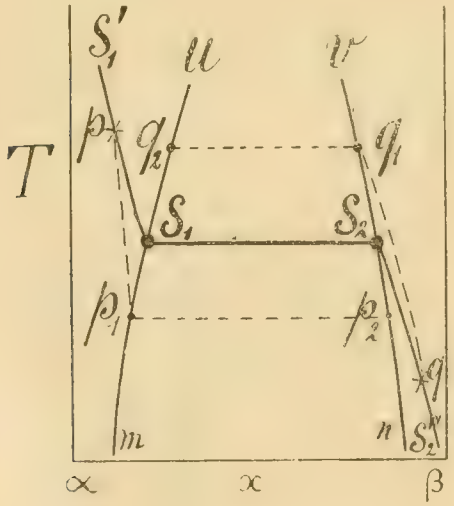


Fig. 12

mène de transition se présentera au-dessous ou au-dessus du point de transition unaire, ce qui dépendra de la ligne d'équilibre interne dans la phase solide. En examinant HgI^2, dont la modification rouge se transforme à 127° en une modification jaune, on trouve un exemple magnifique du second cas. Quand on refroidit tout à coup, à une température de 140°, la modification jaune, chauffée à 212°, la phase rouge se produit.

Supposons que dans la figure 13 $m\,u$ et $n\,v$ indiquent les phases de cristaux mixtes jaunes et rouges du pseudo-système binaire et que $p\,S_1$ et $q\,S_2$ soient les lignes unaires des modifications jaune

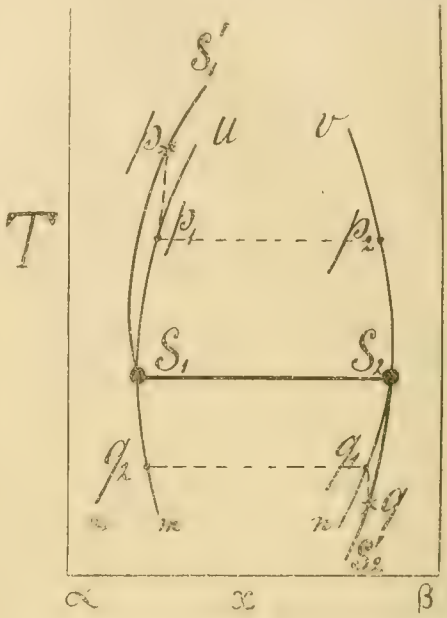


Fig 13.

et rouge; l'expérience susdite nous apprend ce qui suit :

Par un refroidissement subit de la phase jaune, le corps entre dans le domaine hétérogène du pseudo-système. Ce corps qui, en outre, n'est pas en équilibre interne, est, à cause de ces deux faits coïncidents, si fortement métastable que le phénomène de non-miscibilité se produira.

Les deux phases qui coexistent sont les cristaux mixtes jaunes et rouges. La phase homogène originale étant jaune, la seule chose qu'on aperçoive, c'est qu'il se produit une phase rouge.

Mais le phénomène que nous venons de décrire est de courte durée, car, dans le corps HgI^2, il s'établit rapidement un équilibre interne, ce qui provoque la disparition de la phase rouge après quelques secondes et la formation d'une phase homogène jaune, celle qui se trouve sur la ligne d'équilibre interne conforme à la température de 140°. De cette manière, on a donc réussi à élever *de 13°* la température du phénomène de transition chez HgI^2.

Un autre phénomène remarquable observé chez HgI^2 consiste en ceci : par chauffage de 180° jusqu'au point de fusion, le corps change d'une manière *continue* de couleur, du jaune au rouge, pour fondre ensuite à 255°,3 en un liquide

rouge foncé. Comme ce changement se fait d'une façon *continue*, nous n'avons pas affaire ici à un phénomène de transition, mais à un déplacement considérable de l'équilibre interne.

La ligne d'équilibre interne dans la phase solide paraît traverser un très grand domaine de concentration, ce qui porte à admettre dans le pseudo-système un diagramme de fusion continue et l'existence d'un domaine de non-miscibilité entièrement

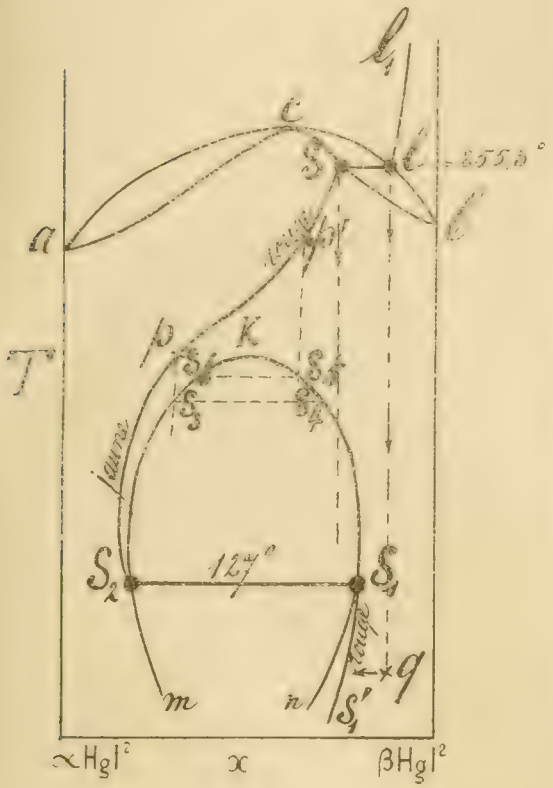


Fig. 14.

fermé en haut de la courbe *m k n*, comme l'indique la figure 14 [1].

On a prouvé que la couleur rouge que prend HgI^2 à une température qui approche du point de fusion est accompagnée d'un changement du corps, en refroidissant dans un bain de — 80° HgI^2 qui venait de fondre. Alors le liquide se transforma immédiatement en un corps solide rouge. En opérant de même sur HgI^2 solide, c'est-à-dire en refroidissant tout à coup fortement le corps solide rouge porté à 255°, il se forme toujours un mélange de HgI^2 rouge et jaune, qui ne tarde pas à se transformer en HgI^2 rouge. Il s'ensuit qu'en cas de refroidissement subit de la phase solide S on entre dans le domaine hétérogène de la pseudo-figure, ce qui n'arrive pas en refroidissant subitement la phase liquide L. Dans ce dernier cas, on obtient la phase rouge *q*, dans laquelle un équilibre interne ne tarde pas à s'établir, par où on atteint un point de la ligne S_1S_1'.

Par ces expériences, qui ont été complétées par d'autres recherches, la complexité du iodure de mercure a été démontrée de la manière la plus convaincante.

Fenner [1] a trouvé récemment une très belle confirmation de la théorie en étudiant le système SiO^2. Quand, par exemple, la cristobalite, une des modifications de SiO^2, s'est formée à une température très élevée, le phénomène de transition se présente à une température de ± 50° au-dessus de la température du point de transition unaire.

§ 3. — Changement de poids spécifique.

A l'exception de la masse, toutes les qualités d'un corps en équilibre interne diffèrent de celles que le corps possède hors de cet équilibre. Quand donc un corps peut être tiré de l'état d'équilibre par refroidissement rapide et que cet état s'établit lentement à la température du refroidissement, le corps rapidement refroidi peut montrer sous divers rapports des différences avec le corps lentement refroidi. Dans ces circonstances, il n'est pas impossible de constater une différence de poids spécifique. On trouve des exemples de ce cas dans la littérature. MM. Cohen et Kröner [2] ont trouvé, par exemple, que le tellure lentement refroidi possède un poids spécifique moins élevé que le même corps rapidement refroidi. Ces faits apportent une confirmation à la théorie de l'allotropie.

§ 4. — Les phénomènes de monotropie et d'énantiotropie.

Un appui très solide pour la théorie de l'allotropie réside dans le fait que plusieurs phénomènes parfaitement énigmatiques ont pu être élucidés par elle d'une manière plausible.

L'expérience nous apprend que des liquides très peu associés donnent naissance à des formes monotropes, tandis que, par contre, les liquides qui présentent à un haut degré le phénomène d'association laissent déposer des modifications énantiotropes. Ce fait, sur lequel Tammann [3] a attiré l'attention, s'explique immédiatement par la théorie de l'allotropie. Si un liquide n'est associé

[1] Nous sommes donc obligé d'admettre que les cristaux mixtes jaunes rhombiques se transforment d'une façon continue dans les cristaux mixtes rouges tétragonaux. Ce résultat nous rappelle le changement graduel de forme des cristaux mixtes de tartrate de thallium rhombique et du tartrate de potassium monoclinique (Herbette : *Comptes-rendus*, t. CXL, 1905).

[1] *Am. Journ. of Science*, t. XXXVI, p. 331 (1913).
[2] *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. LXXXII, p. 507 (1913).
[3] *Ber.*, t. XLIV, p. 3618 (1911).

que très légèrement, cela signifie que la courbe d'équilibre interne dans la phase liquide est située tout près d'un côté (voir fig. 15); donc la ligne d'équilibre interne stable à l'état solide se trouve tout près du côté du pseudo-composant α qui a le point de fusion le plus bas. Il est évident qu'une intersection des lignes S_2 q et d m, ou S_1 n et e p a une signification particulière, de sorte qu'en se basant sur cette théorie on peut déjà prédire que le phénomène de monotropie doit se produire plus souvent que celui d'énantiotropie, ce que l'expérience confirme.

Considérons maintenant les liquides peu et très peu associés; on comprendra aisément que, par la situation latérale de la ligne d'équilibre interne à l'état solide S_2 q, la chance d'une intersection de d m est réduite à un *minimum*, de sorte qu'on peut

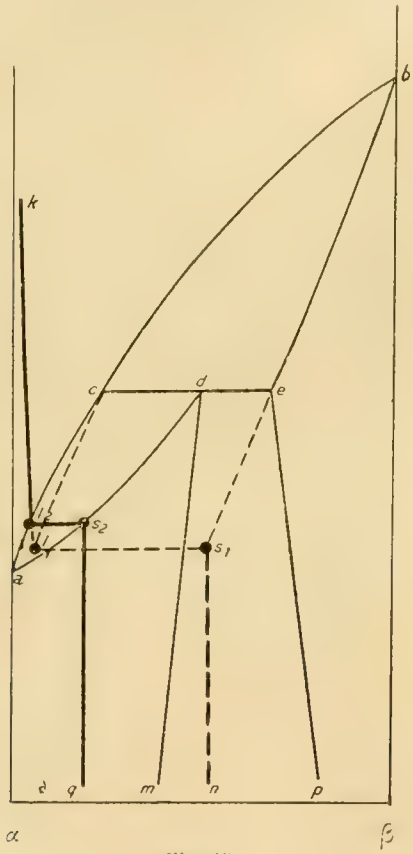


Fig. 15.

s'attendre chez ces substances exclusivement à la monotropie, ce qui est tout à fait conforme à l'expérience.

§ 5. — **La loi des stades de transformation.**

On a constaté, d'autre part, que la théorie de l'allotropie est la première à expliquer la loi des stades de transformation d'Ostwald[1].

Sans entrer dans le détail de ce phénomène, je tiens seulement à mentionner ici le résultat des considérations modernes, à savoir qu'on peut démontrer qu'en bien des cas la phase qui se produira la première sera celle qui, par la composition, ressemble le plus à la phase originale.

Cela peut être déduit d'une manière très simple et nous fournit ainsi la première explication rationnelle de la loi des stades de transformation.

§ 6. — **Cyanogène et phosphore.**

Les systèmes cyanogène et phosphore sont également intéressants à étudier. Comme le cyanogène liquide, de même que le phosphore blanc liquide, passent à l'état critique au-dessous du point de fusion du paracyanogène ou du phosphore rouge ou violet, et que les modifications solides du cyanogène et du paracyanogène, de même que celles du phosphore blanc et du phosphore rouge, ou bien du phosphore blanc et du phosphore violet, présentent le phénomène de monotropie, il n'existe suivant la figure PT (la seule figure que l'on connaissait pour ces corps) pas le moindre rapport entre le cyanogène et le paracyanogène, pas plus qu'entre le phosphore blanc d'un côté et le phosphore rouge ou le phosphore violet de l'autre côté. Il est cependant notoire que de tels rapports existent et que des transformations sont possibles aussi bien dans une direction que dans l'autre. Il y a donc ici une lacune dans nos connaissances. Or, cette lacune peut être comblée d'une manière simple en démontrant que chacun des systèmes précités fait partie d'un système pseudobinaire plus compliqué. On réussit ainsi par la conception pseudobinaire à expliquer rationnellement tous les phénomènes jusqu'alors incompris.

Chacun de ces systèmes pseudobinaires est composé de deux composants qui diffèrent beaucoup entre eux par la volatilité et la température de fusion, et dans ces systèmes pseudobinaires les phases liquides et gazeuses unaires, comme le cyanogène solide et le phosphore blanc solide, sont situées tout près du composant le plus volatil[1].

L'ordre dans l'apparition des phases dans ces cas aussi s'explique d'une manière bien simple.

§ 7. — **Métastabilité des métaux.**

Il est certain que, pendant et après le façonnage ou la préparation des métaux, le refroidissement se fait trop vite ou la température de préparation est trop basse pour l'établissement d'un équilibre interne, et voilà sans doute une des causes du fait que les métaux, tels qu'ils se présentent à

[1] *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. LXXXIV, p. 385 (1913).

[1] *Kon. Akad. v. Wet.*, 31 mai 1913, p. 40.

nous, sont presque toujours en état métastable.

Remarquons, en outre, que lorsqu'on travaille, d'une manière quelconque, un métal en équilibre interne, il passe nécessairement à l'état métastable parce que l'équilibre interne se déplace quand on change la température ou la pression. Le plus souvent, cependant, ce déplacement ne se produira que partiellement, à cause de la faible vitesse de transformation.

C'est là probablement une des raisons pour lesquelles deux pièces du même métal ne sont presque jamais identiques. Les états métastables dont nous venons de parler peuvent, comme tant d'autres, passer à l'état stable sous diverses influences : élévation de température, vibrations, contact avec l'état stable. En ce cas, la transformation qui a lieu pourra se manifester par une recristallisation. Il est vrai que, comme Tammann[1] l'a démontré, un métal peut être métastable aussi pour d'autres raisons, de nature purement physique. Mais si, comme Cohen et Katsuji[2] et Baucke[3] l'ont observé sur l'étain et le cuivre, la métastabilité peut être annulée par contact avec l'état stable, il s'agit bien d'une *métastabilité chimique*.

§ 8. — Changement anormal d'une fonction de la température.

En 1912, Benedicks[4], ignorant notre théorie de l'allotropie, arriva à la conclusion que, si une fonction de la température d'un corps allotrope montre non loin du point de transition un grand changement dans sa dépendance de la température (changement de même direction que la variation discontinue de la fonction au point de transition), cela dénote un changement dans l'état solide commençant déjà avant le point de transition, savoir une transformation de la deuxième modification solide dans la première.

Cette conclusion, sans être parfaitement exacte, contient un fond de justesse. Suivant la théorie que nous venons d'exposer, le phénomène décrit par Benedicks n'est pas dû à la formation d'une solution d'une modification dans l'autre, mais à un changement important de l'équilibre interne; à la suite de ce changement, il se forme dans la phase solide une plus grande quantité de l'espece de molécules qui est en excès dans la seconde modification. Il est donc évident que, quand on constate de pareils changements d'une fonction de la température, ceux-ci doivent être considérés comme un soutien de la théorie que nous venons d'exposer.

Or, on en trouve différents exemples, premièrement chez le fer, comme Benedicks l'a déjà remarqué.

De la direction singulière de la courbe, indiquant le rapport entre le volume et la température du fer α, entre 800° et 900° environ, il résulte que l'équilibre interne subit, dans cet intervalle, un changement important et continu, et que le fer β n'est pas une nouvelle modification du fer, mais un état d'équilibre interne, qui se transforme d'une façon continue par abaissement de température en fer α, et par élévation de température en fer γ.

Chez HgI^2 on a également observé, comme nous l'avons déjà dit, un changement important et continu du corps, qui sans doute se manifeste aussi dans une autre fonction de la température.

Benedicks a trouvé, d'ailleurs, chez AgI le même phénomène que chez le fer, mais à un moindre degré.

Wigand[1] a appelé l'attention sur la grande augmentation de la chaleur spécifique de bien des métaux, commençant à une température de $\pm 100°$ au-dessous du point de fusion, d'où il suit que la chaleur qu'il faut employer pour élever 1 gramme du métal d'un degré de température est utilisée partiellement pour une réaction chimique endothermique, qui, chez les métaux, consistera probablement en une dissociation de molécules associées.

Le fait que (sans nous occuper des températures plus basses) la chaleur spécifique ne commence à augmenter sensiblement qu'à $\pm 100°$ au-dessous du point de fusion, devra être attribué à la vitesse de réaction, qui est si faible au-dessous de cette température que, pendant la détermination de la chaleur spécifique, il ne se produit aucune réaction sensible.

Chez l'étain, en déterminant les courbes de chauffage et de refroidissement, j'ai observé, on ne peut plus distinctement, en collaboration avec le Dr de Leeuw, le changement de la chaleur spécifique près du point de fusion.

§ 9. — Passivité des métaux.

Il y a déjà quelque temps, j'ai été frappé du fait que ce phénomène, jusqu'ici encore non expliqué d'une manière satisfaisante, peut s'expliquer d'une façon plausible en s'appuyant sur la théorie de l'allotropie[2]. Pour cela, il suffit d'admettre que, comme le demande cette théorie, les métaux se

[1] *Z. f. Elektrochem.*, t. XVIII, p. 504 (1912).
[2] *Z. f. phys. Chem.*, t. LXXI, p. 301 (1910).
[3] Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technic, VI Kongress, New York, 1912, II, 14.
[4] *Journ. of the Iron and Steel Institute*, n° 2, 1912, p. 242.

[1] *Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik*, t. X, p. 54 (1913).
[2] *Kon. Akad. v. Wetensch.*, 25 janv. 1913, p. 1132, et 27 déc. 1913, p. 642.

composent ordinairement de différentes espèces de molécules qui, en général, diffèrent au point de vue chimique, de sorte que les molécules d'une espèce agiront plus rapidement que celles de l'autre espèce. En cas d'action chimique, l'équilibre interne à la surface du métal sera alors rompu, et, suivant la rapidité avec laquelle l'équilibre interne se rétablit, il se produira ou non un phénomène particulier.

Si l'on prend pour exemple le fer, dont la courbe de chauffage à l'état solide accuse la présence de différentes espèces de molécules, et qu'on l'immerge dans de l'acide nitrique concentré, il arrivera, à mon avis, ce qui suit :

Les molécules d'une espèce agissent rapidement, mais celles de l'autre espèce agissent plus lentement ou n'agissent point du tout. Si l'on admet que l'oxygène se détachant de l'acide nitrique, et qui se dissout peut-être partiellement dans le fer, agit comme catalyseur négatif pour l'établissement de l'équilibre interne, il ne restera dans la mince couche de la surface du fer que l'espèce de molécules insoluble. Après avoir retiré la plaque de fer de l'acide nitrique et après l'avoir nettoyée à l'eau, on s'aperçoit que le fer ne possède plus différentes réactions connues de ce métal. L'état fort métastable de la surface peut se transformer tout à coup par un choc, par l'approche d'un champ magnétique, par contact avec des catalyseurs positifs, et de bien d'autres manières; les molécules inactives se transforment alors en molécules actives et les réactions ordinaires du fer réapparaissent. Les changements soudains et périodiques du potentiel dans l'électrolyse des acides avec une anode de fer[1] s'expliquent de la même façon. Si cette explication est juste, nous avons dans l'étude du changement soudain du potentiel un moyen excellent pour examiner si un métal est complexe ou non. Pour cet examen, il faudra pourtant avoir toujours soin d'opérer en présence d'un catalyseur négatif.

En rapport avec les phénomènes dont nous venons de parler, j'ajoute que, dans les dépôts de métaux par électrolyse, spécialement quand on opère en présence d'un catalyseur négatif, il peut très bien arriver que le métal déposé n'est pas en équilibre interne et se trouve, par conséquent, dans un état fort métastable. Il est très probable que nous sommes en face d'un état de ce genre dans l'antimoine explosif, dans le dépôt duquel l'équilibre interne ne se produit pas, ce qu'on peut attribuer au chlorure d'antimoine dissous.

C'est là pourtant une hypothèse qui demande à être étudiée ultérieurement.

A. Smits,
Professeur de Chimie inorganique
à l'Université d'Amsterdam.

[1] Adler : *Z. f. phys. Chem.*, t. LXXX, p. 385 (1912).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Knoblauch (J.). — **Grundlagen der Differentialgeometrie** (Les bases de la géométrie infinitésimale). — 1 *vol. in-8° de 634 pages.* (*Prix* : 22 *fr.* 50.) *B.-G. Teubner. Leipzig et Berlin*, 1913.

L'ouvrage de M. Knoblauch est un exposé systématique et très complet de toutes les notions et formules sur lesquelles on peut faire reposer la Géométrie infinitésimale, abstraction faite des systèmes triples orthogonaux, dont il n'est pas fait mention.

Bien que l'auteur remonte aux sources mêmes de la théorie des courbes et des surfaces, s'appuyant uniquement sur les éléments de la Géométrie analytique, son livre ne saurait s'adresser à un débutant. Les questions y sont toujours envisagées du point de vue le plus général, et leur intérêt est souvent masqué par la complication des calculs auxquels elles donnent lieu.

Le géomètre déjà initié trouvera, à coup sûr, dans l'ouvrage de M. Knoblauch, toutes les formules pouvant lui servir de point de départ pour une recherche quelconque. Mais, en commençant s'y perdrait et acquerrait l'impression, bien injustifiée, que la Géométrie n'est accessible qu'à celui qui ne recule pas devant des calculs longs et pénibles, au milieu desquels M. Knoblauch semble, certes, très à l'aise, mais qui pourraient être évités parfois par quelques lignes de raisonnement.

Le chapitre I est une introduction à la théorie des courbes : tangente, plan normal, plan osculateur, normale principale, binormale, courbure, torsion, sphère osculatrice, hélices. A propos des formules de Frenet, l'auteur introduit une opération à laquelle il attache beaucoup d'importance et dont il fait un fréquent usage dans la suite : c'est la *différentiation géométrique* le long d'une courbe. Si s désigne l'arc de cette courbe et φ une fonction en dépendant, il appelle dérivée géométrique et représente par le symbole $\Theta\varphi$ la dérivée ordinaire $\frac{d\varphi}{ds}$. Ce n'est évidemment là qu'une simplification purement formelle, mais qui, dans certains chapitres, rend les calculs plus élégants et plus abordables.

Le chapitre II est consacré à l'introduction des surfaces et à l'établissement des formules classiques relatives à l'élément linéaire et aux angles dans le plan tangent. La différentiation géométrique de certains cosinus directeurs conduit à une généralisation des formules de Frenet, où se présentent, comme coefficients, la courbure normale, la courbure tangentielle (ou géodésique) et la torsion géodésique.

Le chapitre III concerne l'étude de la courbure normale et des questions classiques qui s'y rattachent. Envisageant chaque problème dans toute sa généralité, l'auteur suppose successivement la surface définie paramétriquement, par une équation quelconque en x, y, z, puis par une équation de la forme $z = f(x, y)$. C'est ainsi que, dans le deuxième mode de représentation, il donne l'équation aux courbures principales sous une forme assez élégante de déterminant. A la fin du chapitre se trouvent exposés, à la manière de Gauss, la notion de courbure totale et son calcul en fonction des coefficients du ds^2.

Le chapitre IV est consacré au calcul de la courbure géodésique.

Le chapitre V a une importance fondamentale pour la suite de l'ouvrage. C'est un exposé très général de la théorie des formes quadratiques binaires de différentielles, de leurs transformations et des invariants et covariants qui leur sont attachés. Comme applications, sont calculées la courbure et la torsion géodésiques, ainsi que les formules générales de Frenet pour deux courbes orthogonales.

Le dernier paragraphe est consacré à une formule importante, appelée *formule d'échange*. Si l'on effectue deux différentiations géométriques successives suivant deux courbes C et C', le résultat dépend de l'ordre de ces différentiations. On a $\Theta'\Theta\varphi - \Theta\Theta'\varphi = g.\Theta\varphi - g'.\Theta'\varphi$, g et g' désignant les courbures géodésiques de C et C'.

Le chapitre VI est relatif aux trois équations qui relient les coefficients des deux formes quadratiques fondamentales de la théorie des surfaces et qui sont l'équivalent des formules de Codazzi de la théorie du trièdre mobile. L'auteur les établit d'abord, en partant de la formule d'échange, sous une forme élégante et condensée, faisant intervenir les courbures normales et tangentielles et les torsions géodésiques des lignes coordonnées. Il les transforme ensuite pour arriver à leur forme explicite, qu'il déduit aussi des formules de Gauss et de Weingarten.

Dans le chapitre VII, sont passés en revue les lignes ou réseaux particuliers qu'on peut tracer sur une surface : lignes de courbure, asymptotiques, géodésiques, réseaux conjugués, isothermes, réseaux orthogonaux comprenant une famille de géodésiques, ellipses et hyperboles géodésiques, cercles géodésiques; avec application à certaines surfaces, telles que quadriques, surfaces réglées, surfaces développables.

Le chapitre VIII a trait à la représentation sphérique des surfaces, puis des congruences, dont l'auteur établit les propriétés classiques.

Le chapitre IX est surtout consacré à la surface des centres de courbure et aux surfaces de Weingarten.

Dans le chapitre X sont traités certains problèmes relatifs à la déformation des surfaces, à propos desquels l'auteur fait une étude sommaire des surfaces minima. Puis, sont exposées les intéressantes recherches de Weingarten sur certaines classes de surfaces applicables, ayant des ds^2 de la forme $\frac{u+v}{4}(udu^2 + vdv^2), du^2 + 2(u+av)dv^2, du^2 + 2\left(u + \frac{2v}{a} - \frac{2}{a^2}e^{av}\right)dv^2$.

Le chapitre se termine par l'étude des surfaces W au point de vue de la représentation sphérique, avec l'application bien connue à la déformation du paraboloïde de révolution.

Dans le chapitre XI, l'auteur reprend la théorie générale des lignes tracées sur une surface. Il introduit une forme cubique de différentielles dont les coefficients sont des invariants du troisième ordre, et montre, d'après Christoffel, comment on peut la généraliser jusqu'à un ordre quelconque.

Le chapitre XII contient des considérations générales sur le nombre et la formation des invariants et covariants d'un ordre donné.

Le chapitre XIII étend les formules de Weingarten à la théorie des congruences.

Enfin, le dernier chapitre est consacré à l'examen de diverses questions, telles que courbure des lignes asymptotiques, condition d'applicabilité d'une surface sur une surface de révolution, équation aux dérivées partielles des surfaces isothermiques.

L'impression qui se dégage de la lecture, parfois un peu pénible, de l'ouvrage de M. Knoblauch est l'extrême facilité avec laquelle ce géomètre sait mener à bonne fin des calculs au premier abord inextricables, grâce

à un emploi systématique de la théorie des formes, judicieusement combiné avec la différentiation géométrique.

J. Haag,
Professeur de Mécanique
à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Butavand (H.). — **Les lois empiriques du système solaire et les harmoniques tourbillonnaires.** — 1 *vol. in*-8° *de* 45 *p. avec* 17 *fig.* (*Prix* : 2 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1913.

On admet difficilement que la répartition des éléments des planètes soit due au hasard ; telles sont, par exemple, la distance au Soleil, l'inclinaison de l'équateur sur l'écliptique, l'excentricité de l'orbite, la densité, la masse, la durée de rotation. On peut appeler plus spécialement lois empiriques du système solaire des relations établies en dehors de toute théorie cosmogonique, et par des méthodes totalement artificielles, permettant d'obtenir avec une approximation plus ou moins grande les éléments des planètes successives en fonction du rang ou, à la rigueur, en fonction de la distance au Soleil.

La bibliographie d'une telle question est assez étendue ; fréquemment, comme problème incident, les astronomes ont proposé quelque variante des anciennes lois, soit pour les planètes, soit pour les satellites. Mais, ce qui prouve bien qu'il s'agit en général d'un jeu auquel l'auteur n'attache qu'un petit intérêt de curiosité, jamais, à notre connaissance, aucun d'entre eux ne fit une comparaison systématique et détaillée des diverses variantes proposées par ailleurs. Enfin, tous ces petits exercices ont un même défaut à la cuirasse : on n'étudie que les éléments d'accès facile. On néglige les positions des nœuds, on néglige les positions des périhélies. Pourquoi? alors que tous les astronomes savent que, pour les comètes, ce sont les groupements des périhélies qui jouent un rôle essentiel; pour les astéroïdes, ce sont les pôles des orbites. Ce dernier cas, d'ailleurs, soulève un problème beaucoup plus grave encore : les éléments peuvent-ils être séparés, pour fournir l'objet d'études, un à un? Nous ne le croyons pas, et restons convaincus que ce sont certaines fonctions des éléments qui jouent un rôle essentiel, tout comme le critérium de Tisserand est bien autrement important que telle petite remarque sur les excentricités. Mais ces fonctions restent bien mystérieuses...

M. F. Butavand a voulu, lui aussi, rechercher des lois numériques artificielles : il y réussit dans certains cas d'assez satisfaisante façon et, par là, son travail mérite d'être pris en considération. Mais, dit l'auteur, « il semble bien qu'il se passe, pour ces quantités, un fait analogue à celui qu'on observe en Chimie, où les propriétés des corps paraissent être des fonctions à période plus ou moins apparente d'une seule et même variable : le rang de l'élément dans la classification générale ou dans sa famille ». Et ceci, déjà, est regrettable à nos yeux : que la comparaison soit ou non possible, il y a « système » et non plus simples lois empiriques. Enfin, on retrouverait mille preuves, paraît-il, de la fécondité d'une célèbre théorie cosmogonique tourbillonnaire : et ceci, encore, est très regrettable au point de vue de l'indépendance dans la forme des lois cherchées. En résumé, le travail de M. Butavand est fort intéressant : nous exprimons seulement le regret très vif qu'il ne soit pas plus indépendant de toute considération extérieure.

2° Sciences physiques

Marchis (L.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Le Froid industriel.** — 1 *vol. in*-16 *de* 328 *pages avec* 104 *figures de la Nouvelle Collection scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1913.

L'auteur de cet ouvrage a été le premier en France à attirer l'attention des élèves de l'Enseignement supérieur sur le domaine du froid, par un cours professé à la Faculté des Sciences de Bordeaux en 1904-1905, qui constitue encore aujourd'hui un travail unique et particulièrement précieux pour tous ceux qui désirent se renseigner sur l'universalité du domaine du froid.

Dans son nouvel ouvrage, M. Marchis a volontairement limité son sujet au développement d'un certain nombre d'idées sur l'application correcte du froid à la conservation des denrées périssables. A juste titre, l'auteur estime que les résultats heureux d'une installation frigorifique exigent la soumission préalable à un certain nombre de règles fondamentales, qu'il énumère en étudiant uniquement ce que doit être un entrepôt frigorifique pour toutes denrées alimentaires.

Dans une première partie, l'auteur étudie la production du froid, et examine succinctement non seulement les liquides — dont la vaporisation est la source industrielle du froid — et les conditions que ces liquides doivent remplir pour être employés efficacement à la production des basses températures, mais encore il présente les divers types de machines frigorifiques à compression, à absorption, à vapeur d'eau, avec le concours de nombreux schémas et dessins.

Dans une deuxième partie, l'auteur étudie la conservation du froid, problème traité trop souvent avec légèreté, et dont la bonne solution importe cependant grandement pour la réalisation d'un bon entrepôt. La constance de la température est, en effet, un facteur essentiel pour une bonne conservation. La nature et les caractéristiques des différents matériaux isolants sont succinctement indiquées, et cette énumération est suivie de l'étude des conditions particulières que doit remplir une matière isolante pour répondre aux besoins de l'industrie de l'entreposage frigorifique.

Enfin, dans une dernière partie, l'auteur examine les applications du froid qui conviennent aux denrées périssables; parmi celles-ci, les applications du froid à la conservation de la viande et du poisson sont minutieusement étudiées dans deux chapitres distincts, qui constituent chacun un guide excellent des conditions que doivent remplir un frigorifique d'abattoir et un frigorifique de pêches.

Cet ouvrage, remarquable par la netteté et la brièveté de ses exposés, rendra certainement de grands services aux personnes amenées à étudier pratiquement la question de l'entreposage frigorifique des denrées alimentaires, qui constitue, de beaucoup, celle des applications du froid dont l'utilité générale s'imposera de plus en plus.

E. Gouault,
Secrétaire général de l'Association
internationale du Froid.

Istrati (C.), *Professeur de Chimie organique à l'Université de Bucarest*, et **Longinescu** (G.), *Professeur de Chimie inorganique à la même Université.* — **Cours élémentaire de Chimie et de Minéralogie.** 2e *édition française, publiée d'après la* 4e *édition roumaine par* A. Adam, *Professeur au Lycée de Charleville.* — 1 *vol. in*-8° *de* 402 *pages avec* 300 *figures.* (*Prix* : 13 *fr.*) *Gauthier-Villars. Paris*, 1913.

Enseigner la Chimie, c'est non seulement exposer d'une façon méthodique l'ensemble des faits connus dans le domaine chimique, mais c'est encore donner au lecteur ou à l'auditeur l'idée de la méthode suivie dans les recherches. De là découle la nécessité de faire usage de la méthode inductive pour aborder l'étude d'une science expérimentale. Toute autre méthode d'exposition est un contresens ; les vues d'ensemble ne peuvent venir logiquement que comme des conclusions. Il est vraiment curieux de constater qu'un temps aussi long ait été nécessaire pour comprendre la nécessité d'une chose qui paraît si évidente *a priori*. Contentons-nous de reconnaître que, de tous côtés, on commence à admettre la supériorité de la méthode inductive dans l'enseignement de la Chimie, sans discuter les raisons qui ont arrêté le développement de cette idée.

L'ouvrage de MM. Istrati et Longinescu, dont nous

devons une bonne traduction à M. Adam, est conçu dans cet excellent esprit; il part du connu pour arriver progressivement à l'inconnu. Les premiers chapitres, comme bien l'on pense, « ne font mention ni des hypothèses, ni des théories, ni des équations chimiques. Les connaissances qu'ils contiennent reposent exclusivement sur des expériences choisies de façon à constituer, en même temps qu'une démonstration suffisamment probante, une opération facile à réaliser. Chacune d'elles, décrite brièvement et d'une façon aussi claire que possible, est suivie d'une explication d'où se dégage le phénomène qui s'est produit ».

« Ce n'est qu'après avoir, avec le secours de l'observation et de l'expérience, réuni une somme d'idées suffisantes, que l'on s'est efforcé de faire comprendre comment des résultats expérimentaux qui apparaissent comme des faits isolés peuvent être groupés sous forme de lois et même s'enchaîner à l'aide de la théorie. Alors seulement trouvent place les formules et les équations chimiques; elles surgissent au moment opportun, comme une nécessité logique et non comme une règle dogmatique ».

Voilà vingt ans que j'expose les mêmes idées et la même façon de faire aux candidats et candidates que j'ai eu à préparer à l'agrégation, à Lille, à la Sorbonne, et à l'Ecole de Sèvres, c'est dire que j'applaudis sans réserve la méthode suivie par les savants roumains dans la rédaction de leur excellent traité de Chimie, et, si j'avais un reproche à leur adresser, ce serait précisément de ne pas l'avoir toujours suivi. Est-il vraiment bien nécessaire de placer la préparation des corps au début de leur étude, et ne serait-il pas plus logique de traiter cette question quand les propriétés physiques et chimiques du corps ont été bien étudiées? Il est presque toujours impossible de bien comprendre les différentes phases d'une préparation sans faire constamment appel à la connaissance des propriétés physiques et chimiques de l'élément ou composé à isoler. Exposer la monographie d'un corps en commençant par la préparation, c'est renverser, il me semble, l'ordre naturel, car les méthodes définitives d'élaboration des espèces chimiques n'ont été établies, dans la plupart des cas, qu'avec une parfaite connaissance de leurs propriétés.

Les auteurs ont fort justement introduit, lorsque cela devenait utile, les notions de Minéralogie indispensables à l'étude de la Chimie minérale. Ainsi, à propos du sel marin, matière première de l'acide chlorhydrique, ils étudient le système indiqué et définissent sur cet exemple la notion de système; plus loin, à propos du soufre, du gypse, nous retrouvons le système orthorhombique et le système clinorhombique. Les silicates, qui tiennent une si grande place dans le monde minéral, ne sont pas négligés comme on a l'habitude de le faire un peu partout; les quelques notions de minéralogie acquises au cours des leçons précédentes rendent encore leur examen plus intéressant et plus instructif.

Je ne saurais dire avec quel plaisir j'ai retrouvé dans cet ouvrage les éditions si soignées de la maison Gauthier-Villars; le contact permanent avec les périodiques scientifiques, les ouvrages d'enseignement supérieur, la plupart du temps mal imprimés, fait d'autant plus apprécier une impression aussi soignée et aussi nette.

CAMILLE MATIGNON,
Professeur au Collège de France.

Montessus de Ballore (H. de), *Ingénieur civil, ancien Directeur de Papeteries.* — **La fabrication des celluloses de papeterie autres que celles de bois.** — 1 *vol. in-8° de* 300 *pages avec* 100 *figures.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

L'ouvrage est divisé en deux parties à peu près égales : description des traitements industriels en général, monographies de chaque genre de plante à papier.

La première partie, surtout originale, comprend une suite d'études approfondies du lessivage, du défibrage, du blanchiment, de la mise en pâtes. Certaines questions connexes, comme la récupération des lessives alcalines résiduelles, la préparation de la soude et des hypochlorites, sont traitées à fond : les intéressés trouveront là force choses qu'ils ne pouvaient jusqu'à présent rencontrer que dans toute une bibliothèque.

La seconde partie est surtout consacrée aux matières suivantes, les seules pratiquement utilisées en papeterie industrielle : alfa, bambou, paille, chanvre, jute, coton, lin, ramie, phormium, papyrus. L'auteur entre dans une étude des caractères de chaque fibre (copieusement illustrée de photomicrographies), de la composition, des propriétés, de la récolte et de l'emploi en papeterie.

Dans une époque où l'on parle sans cesse de l'épuisement des matières premières de papeterie, un tel ouvrage est actuel : il montre que toute crainte est vaine, tellement sont nombreuses les matières premières, riches leurs récoltes possibles. La façon dont est fait l'ouvrage nous incline à espérer que l'auteur le complétera quelque jour par un volume consacré à l'industrie des seules pâtes de bois. H. R.

3° Sciences naturelles

Gignoux (Maurice), *Préparateur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble.* — **Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile.** — 1 *vol. in-8° de* 693 *pages, avec* 42 *figures et* 21 *planches hors texte* (*Annales de l'Université de Lyon, nouvelle série, t. I. fasc.* 36). (*Prix* : 15 *fr.*) *A. Rey, Lyon, et J.-B. Baillière, Paris,* 1913.

Il est rare de lire un travail de Stratigraphie conduit avec un esprit si vraiment scientifique que celui publié tout récemment par M. Gignoux, et qui lui a servi de thèse de doctorat. Il faut bien avouer que les stratigraphes ne sont pas toujours gens fort méthodiques et que les travaux de plus d'un d'entre eux ne paraissent pas guidés par la Raison pure. Trop souvent, les couches sont groupées ou subdivisées sans qu'on aperçoive bien les raisons de ces groupements et de ces subdivisions, les auteurs ayant complètement négligé de se demander d'abord, à eux-mêmes, et de nous dire ensuite quels sont les principes qui servent de fil conducteur à leurs raisonnements. Aussi doit-on grandement se réjouir quand paraît un livre, comme celui que nous analysons, dans lequel on trouve, indépendamment du grand nombre et de l'importance des observations nouvelles, une méthode rigoureuse et un raisonnement impeccable. On éprouve, à la lecture de la thèse de M. Gignoux, la même impression que devant une belle expérience de physique, remarquablement conduite et interprétée.

Voici maintenant la question que notre confrère s'est proposé de résoudre : quelles sont, dans la Méditerranée occidentale, et plus spécialement dans l'Italie du sud, les relations, stratigraphiques et paléontologiques, entre le *Pliocène* et le *Quaternaire*? Quels sont les changements géographiques qui distinguent ces deux époques, et comment la faune s'est-elle modifiée de l'une à l'autre, et jusqu'à nos jours, pour donner la faune de la Méditerranée actuelle? Vastes problèmes, malgré la brièveté des périodes considérées, et qui exigeaient de l'auteur, en même temps que des méthodes stratigraphiques de précision, des connaissances paléontologiques extrêmement vastes.

Dans le midi de la France, le problème était fort simple; on sait que dans cette région, après la phase continentale du Miocène supérieur, la mer s'est de nouveau avancée, assez loin dans le bassin du Rhône et dans le Languedoc, beaucoup moins loin sur les côtes rocheuses de la Provence ou des Alpes-Maritimes, et qu'elle a déposé des argiles, puis des sables, où l'on trouve une faune des plus riches : c'est cette série transgressive, groupe naturel très homogène, qui con-

stitue le *Pliocène*. Les seules formations marines plus récentes que l'on connaisse sont des assises « locales, discontinues, réduites à des lambeaux accrochés le long des côtes sur des terrains plus anciens quelconques », marquant, en un mot, des *lignes de rivages*, d'altitudes successivement décroissantes : c'est là le *Quaternaire*. Les espèces qu'on y trouve sont presque toutes identiques à celles qui vivent actuellement dans la mer voisine, sauf dans les couches les plus récentes, où l'on a trouvé la faune dite « à *Strombus bubonius* », caractérisée par la présence d'espèces habitant actuellement l'Atlantique tropical.

« Mais entre les faunes pliocènes typiques décrites par Fontannes et la faune quaternaire également typique des couches à *Strombus bubonius* Lamck., il existait dans les connaissances des géologues français une vaste lacune, où manquaient à la fois des données paléontologiques sur l'histoire des faunes marines, et des renseignements stratigraphiques précis sur ces couches intermédiaires. »

C'est dans l'Italie du Sud que « des facies marins s'observent entre le Pliocène classique et le Quaternaire récent, et qu'ont été créés les noms d'étages qui leur correspondent »; c'est donc là que M. Gignoux est allé les étudier.

Si ces formations plus récentes, désignées sous les noms de Sicilien et Saharien par Seguenza, de Postpliocène par de Stefani, étaient déjà assez complètement connues au point de vue paléontologique, leurs relations stratigraphiques mutuelles et avec le Pliocène et le Quaternaire restaient fort obscures. Il fallait, pour sortir de ce chaos, une revision sur le terrain de tous les principaux gisements et un *critérium stratigraphique*; ce *critérium*, M. Gignoux l'a trouvé dans la notion du *cycle sédimentaire*, notion qui n'est pas nouvelle, mais dont l'application s'est trouvée ici extrêmement féconde, parce qu'elle lui a permis de mettre une très grande clarté dans les faits.

« Supposons qu'un certain point de la surface continentale soit atteint par une transgression marine, et qu'il s'y établisse un régime de sédimentation clastique : cette sédimentation va débuter par un conglomérat de base...; la profondeur augmente, et il se dépose des sédiments marneux ou argileux de mer profonde, il y a remblaiement; ce remblaiement se termine par des couches sableuses... devenant de plus en plus grossières; finalement les apports terrigènes... gagnent sur le domaine marin...; il se constitue ainsi par accumulation progressive une vaste plaine d'alluvions, dont l'altitude est réglée par la hauteur maximum du niveau de base... » Un pareil *cycle sédimentaire* a donc pour conséquence le dépôt d'une *série de remblaiement*, dont tous les termes, conglomérat de base, argiles, sables, alluvions de plaine côtière, sont intimement liés les uns aux autres, et se succèdent en continuité absolue, de sorte qu'une série de remblaiement représente un *groupe stratigraphique* parfaitement naturel.

Si maintenant la mer s'abaisse par saccades, il se déposera, à chaque période de stabilité, une série de remblaiement qui sera en contre-bas de la précédente, et qui lui sera accolée et non superposée ; « et surtout les plaines côtières correspondant à ces niveaux successifs seront nettement distinctes, la plus ancienne restant la plus élevée ».

Ces notions s'appliquent admirablement aux terrains récents de l'Italie du Sud : la première série, correspondant au cycle sédimentaire transgressif dont nous avons parlé, c'est le Pliocène, avec ses deux facies, argiles bleues du *Plaisancien*, surmontées par les sables de l'*Astien*, et que couronnent les sédiments plus grossiers de la fin du remblaiement. Or, l'on trouve, dans ces couches terminales, une faune différente de celle des étages inférieurs, et que caractérise surtout l'apparition d'espèces à affinités septentrionales, telles que *Chlamys islandicus*, *Cyprina islandica*, *Mya truncata*, *Trophon muricatus*, *Buccinum undatum*, etc. L'arrivée de ces formes caractérise une nouvelle zone paléontologique, différente du Plaisancien-Astien, et dont M. Gignoux fait l'étage *calabrien*. Mais ce Calabrien fait encore partie du Pliocène, puisque, dit l'auteur, il ne représente que la phase terminale du même cycle sédimentaire.

Les dépôts plus récents se trouvent en contre-bas de la série pliocène : ils constituent le *Quaternaire*; dans les couches les plus anciennes, correspondant au niveau de base le plus élevé (80-100 m.), on trouve une faune encore très voisine de la faune calabrienne, avec les mêmes espèces « émigrées du Nord »; c'est le Quaternaire ancien, ou étage *sicilien*. Dans les couches plus récentes (niveau de 15-30 mètres), les types septentrionaux ont disparu, et l'on trouve au contraire des coquilles à affinités tropicales : c'est l'horizon à *Strombus bubonius* ou Quaternaire moyen.

Telle est la classification que, dans ses 2e, 3e et 4e parties, l'auteur étaye d'un nombre immense de faits stratigraphiques observés et décrits avec la plus amoureuse minutie; ces chapitres sont du reste tout à fait excellents, tant par l'abondance et la précision des faits observés que par la maîtrise avec laquelle ils sont interprétés, et leur force de persuasion est très grande. On ne doute plus, après les avoir lus, de l'individualité de l'étage *calabrien* et de sa situation constante au sommet du cycle sédimentaire pliocène; non plus que l'indépendance stratigraphique très nette de cet étage et du Sicilien, et de la constance des caractères fauniques des couches à Strombes. On regrette seulement, mais très vivement, l'absence de résumés à la fin des principaux chapitres.

Une chose que l'on peut louer sans réserves, c'est que M. Gignoux, dans la discussion des caractères paléontologiques des gisements, ne s'est pas embarrassé, et n'a pas embarrassé le lecteur, de listes interminables de noms de fossiles sans intérêt, mais s'est toujours borné à citer les espèces importantes, distinguant parmi elles ce qui est *mutations*, formes *éteintes*, *immigrées* ou *émigrées*. Il a dû faire, sans doute, pour arriver à cela, un travail critique qui lui a demandé beaucoup de mal, mais qui allège son texte, en donnant une certitude et une précision beaucoup plus grandes à ses déductions.

Le trait vraiment nouveau de la classification de M. Gignoux, c'est la séparation du Calabrien et du Sicilien, le premier étant encore pliocène et le second quaternaire, et cela malgré les affinités, on pourrait presque dire l'identité faunique de ces deux étages, dont l'ensemble constitue le Postpliocène de M. de Stefani. En sorte que la limite entre le Pliocène et le Quaternaire serait bien plutôt d'ordre stratigraphique que paléontologique. Je crois bien, pour ma part, que l'auteur est dans le vrai en attribuant plus d'importance, pour classer les grandes périodes de l'histoire de la Terre, aux changements géographiques qu'aux changements de faunes, qui sans doute sont sous la dépendance des premiers, mais n'en sont pas forcément synchroniques. Je regrette tout de même qu'au lieu de se borner à *définir* son Pliocène, il n'ait pas discuté la question plus à fond. On aurait aimé, par exemple, à être un peu plus renseigné sur le compte des espèces « émigrées du Nord », sur les causes et le trajet de leur migration, et savoir s'il y avait synchronisme ou non de leur arrivée dans les crags anglo-belges et dans la Méditerranée. Cette question est importante pour la définition du Pliocène. On aurait désiré aussi une discussion plus approfondie des relations qui ont pu exister entre les changements des lignes de rivage et les grands effondrements qui ont marqué la fin du Pliocène; et il semble que l'auteur en aurait eu les éléments, au moins pour la Méditerranée occidentale ; certains faits, par exemple, dans le détroit de Catanzaro, paraissent tout à fait en faveur de l'hypothèse d'une Tyrrhénide, et si M. Gignoux était arrivé à lier l'abaissement brusque du niveau de la mer, qui marque, dans sa classification, la période

quaternaire, à l'effondrement de la Tyrrhénide et à ceux de la Méditerranée orientale, c'est-à-dire à des faits géologiques de prime importance, qui ne voit combien sa théorie en aurait été renforcée?

Il me resterait encore bien des points intéressants à signaler sur le travail de M. Gignoux, si la place ne me faisait défaut : il y a, par exemple, quelques faits fort importants pour le synchronisme des faunes marines et continentales. Je me bornerai à dire quelques mots de sa cinquième partie, qui traite de « l'histoire des principaux groupes de Mollusques marins pendant le Pliocène et le Quaternaire ». Cette partie est évidemment impossible à résumer, mais elle est un modèle d'étude paléontologique conduite au point de vue de son application à la Stratigraphie; l'auteur considère successivement chaque genre avec ses principales espèces, en recherchant leur origine, en étudiant leur évolution ou leurs migrations sous l'influence des facteurs ambiants. Il se dégage de ces chapitres l'impression que, pour ces temps relativement très courts, les *extinctions* d'espèces et les *migrations* sont les seuls phénomènes utilisables pour la classification, tandis que les faits d'évolution ne se traduisent que par des *mutations* peu nettes et fort rares.

C'est en somme un ouvrage des plus remarquables que vient de publier M. Gignoux, et que j'offre en modèle à tous ceux qui veulent faire de la Stratigraphie et de la Paléontologie stratigraphique. Si j'ajoute qu'il est abondamment illustré, orné de belles planches et écrit dans un style clair, alerte, extrêmement français, on ne s'étonnera pas que je le range parmi les plus belles des thèses de géologie qui aient été soutenues dans ces dernières années. JEAN BOUSSAC,

Professeur-adjoint de Géologie
à l'Institut catholique de Paris.

Neveu-Lemaire (M.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Parasitologie des Plantes agricoles.** PRÉFACE DE M. E.-L. BOUVIER. — *1 vol. in-12 de 720 pages avec 430 figures.* (*Prix* : 15 *francs.*) *Lamarre et Cie, éditeurs. Paris*, 1914.

L'auteur des excellents ouvrages, *Précis de Parasitologie humaine* et *Parasitologie des animaux domestiques*, vient de donner, au public s'intéressant à l'Agriculture, une *Parasitologie des Plantes agricoles*. On trouve dans un volume restreint un grand nombre de renseignements uniquement sur les végétaux et les animaux qui vivent sur les plantes de grande culture : céréales, vigne, plantes fourragères et industrielles. Pour chaque parasite important, la synonymie, la description, l'habitat, l'évolution, les ennemis naturels, les traitements, etc., sont indiqués, et cela d'après nos meilleurs phytopathologistes. De nombreux tableaux, comme dans les Traités précédents du même auteur, donnent les caractères essentiels des différents groupes d'ennemis ou les résumés des principaux chapitres.

Les végétaux parasites des plantes agricoles, classés dans leur ordre botanique, les bactéries étant le point de départ, font l'objet d'une première partie, dans laquelle naturellement les champignons tiennent la plus grande place, mais les autres organismes n'en sont pas pour cela négligés: les phanérogames en particulier (Cuscutes, Orobranches, etc.) sont étudiées avec beaucoup de soins. Les animaux parasites viennent ensuite et sont passés en revue en suivant la classification zoologique; les Nématodes, les Acariens et surtout les Insectes, qui sont les trois groupes importants en agriculture, sont indiqués avec détails ainsi que les moyens de lutte les plus employés. De nombreuses figures illustrent le texte et peuvent aider à l'identification d'un ennemi donné.

Pour faciliter plus encore cette détermination, à la fin de l'ouvrage se trouve une liste des parasites signalés dans le volume, classés par hôtes et par organes. Étant donné un dégât et un parasite, ces derniers tableaux rendront de grands services aux chercheurs, en particulier pour les ennemis des petites graminées des prairies, en général peu étudiés et dont pourtant les hôtes jouent un rôle économique important. P. VAYSSIÈRE.

Boule (Marcellin), *Professeur de Paléontologie au Muséum.* — **L'Homme fossile de La Chappelle-aux-Saints.** (*Extrait des Annales de Paléontologie*, 1911-1913.) — *1 vol. in-4° de 275 pages avec planches.* (*Prix* : 50 fr.) *Masson et Cie. Paris*, 1913.

Tous les lecteurs de la Revue connaissent plus ou moins la célèbre découverte faite en 1908, dans une grotte située près du village de La Chapelle-aux-Saints (Corrèze), d'un squelette humain fossile. Les auteurs de cette découverte, trois prêtres corréziens très experts en Archéologie préhistorique, MM. A. et J. Bouysonnie et Bardon, décrivirent eux-mêmes le gisement et en établirent la stratigraphie. Ils réservèrent à M. Boule l'étude des ossements, dont ils firent très généreusement don au Muséum national (Galerie de Paléontologie). Des pièces aussi précieuses méritaient bien d'être recueillies, étudiées et conservées dans de si heureuses conditions.

Pour en saisir toute l'importance, il faut savoir que les restes humains fossiles precédemment découverts (La Naulette, Gibraltar, Néanderthal, Spy, Trinil, etc.) n'avaient pas présenté à eux tous l'ensemble d'un squelette d'une façon aussi satisfaisante que celui de La Chapelle-aux-Saints, malgré les lacunes de ce dernier.

Le rachis, le thorax, le bassin, les membres et leurs segments jusqu'aux doigts, tout est représenté par des fragments plus ou moins nombreux ou rares dont chacun est un trésor. Et cette fois c'est une tête à peu près entière avec sa face et sa mandibule dont on a pu avoir le spectacle impressionnant lorsque fut achevée la mise en place très laborieuse de tous les morceaux.

Mais passons à l'étude à la fois paléontologique et anthropologique dont M. Boule s'est acquitté avec un soin et une science à la hauteur de son sujet. Nous ne saurions ici mieux faire que reproduire textuellement, autant que possible, les principales constatations et les conclusions les plus générales de l'auteur.

M. Boule, qui place dans le Pléistocène supérieur (âge du Renne) les hommes de Cro-Magnon, de Chancelade et de Grimaldi, attribue au Pléistocène moyen l'Homme de La Chapelle-aux-Saints et conjointement les hommes de La Naulette, de Néanderthal, de Spy, de Gibraltar, de Krapina, du Moustier, de La Quina, etc., qui peuvent être réunis dans un même groupe auquel convient le nom de *Homo Neanderthalensis*. Quant au *Pithecanthropus* de Dubois, il appartiendrait au Pléistocène inférieur, et l'on sait que, par les caractères morphologiques de son crâne, il est notablement au-dessous des Néanderthaliens.

Avec le squelette de La Chapelle furent trouvés plusieurs silex taillés du type moustérien. L'état de fossilisation des os est assez prononcé.

Le crâne est remarquable par une capacité digne de l'époque actuelle (environ 1.600 centimètres cubes), mais aussi par le grand développement de la partie faciale par rapport à la partie cérébrale.

Les principaux traits de son architecture le placent morphologiquement entre les crânes des Singes anthropoïdes et les crânes des hommes actuels.

Il est faiblement dolichocéphale et très platycéphale. Ses arcades orbitaires sont très saillantes et forment un bourrelet continu. Le front est très bas et très fuyant. L'occiput est très comprimé dans le sens vertical. Il y a un fort bourrelet occipital.

Le trou occipital occupe une position relativement très reculée. Ecaille temporale petite; apophyses mastoïdes réduites; tympaniques peu comprimés, rudiment d'apophyse post-glénoïde; apophyses ptérygoïdes peu inclinées. Palais très vaste.

Aspect bestial de la face. Orbites grandes et de forme arrondie. Nez très large. Maxillaires massifs, hauts, non creusés de fosses canines et continuant le plan de la surface externe des os malaires à la manière d'un museau.

La présence de ces divers caractères sur les portions étudiables des autres crânes néanderthaliens trouvés jusqu'à présent témoigne de l'homogénéité du type. On peut les trouver quelquefois très isolés et comme aberrants sur des crânes modernes appartenant surtout à des races inférieures. C'est leur accumulation sur chaque crâne de toute une série qui constitue un fait d'une grande portée. La mandibule, énorme, ne possède pas de menton et l'ensemble de ses caractères la place morphologiquement entre le groupe des singes anthropoïdes et les plus bas groupes humains. La dentition est bien humaine, mais avec des caractères de robustesse extraordinaires en rapport avec le développement de tout l'appareil masticatoire.

La taille, reconstituée d'après l'ensemble des os longs, pouvait être de 1 m. 61.

Colonne vertébrale courte, mais très robuste. Courbure lombaire moins prononcée que chez la plupart des hommes actuels. Le promontoire était, semble-t-il, peu marqué et le sacrum peu courbé, relativement étroit, tous caractères plus ou moins pithécoïdes.

Les côtes, beaucoup plus volumineuses que celles des hommes actuels de même taille, indiquent comme les vertèbres une musculature très puissante. Les proportions des membres sont très humaines.

La clavicule, incomplète, devait être très allongée.

L'humérus, très semblable à celui de l'homme actuel, accuse seulement une grande force musculaire. Mais il y a dans la morphologie du cubitus et surtout du radius toute une série de traits pithécoïdes et constants, dont certains peuvent se rencontrer isolément et sporadiquement chez les hommes actuels.

D'après un scaphoïde incomplet et un *grand os* entier, le carpe aurait été relativement très réduit. Les métacarpiens sont à la fois longs et trapus avec de très fortes têtes articulaires. Les phalanges existantes paraissent courtes.

Les os du bassin sont très humains. Les os iliaques, pourtant, présentent certains caractères primitifs et d'autres paraissant particuliers.

Le fémur a une diaphyse massive et incurvée, des extrémités très volumineuses, une section médiane plutôt arrondie que triangulaire, l'indice pilastrique étant de 99 en moyenne sur 7 fémurs de néanderthaliens mesurés par M. Boule, et c'est là un fait des plus intéressants. Les deux extrémités sont volumineuses. Il existe un certain degré de platymérie et un rudiment de troisième trochanter. En résumant les caractères des os du membre inférieur de l'*Homo Neanderthalensis* d'après les fossiles connus, M. Boule cite encore la brièveté du tibia par rapport au fémur, l'absence de platycnémie au tibia et la rétroversion de la tête de cet os, le développement énorme de la malléole interne, la grosseur du péroné et la disposition un peu spéciale de ses facettes articulaires, la brièveté de l'astragale et la direction de son col, le développement et l'obliquité plus considérable de ses surfaces malléolaires, la torsion du calcanéum et le volume énorme de sa petite apophyse, etc. Un grand nombre de ces caractères, dit-il, peuvent être qualifiés de simiens ou pithécoïdes au sens le plus large. Il pense qu'il faut, dans leur interprétation, élargir le champ des comparaisons et y faire entrer les singes cynomorphes, car « les Anthropoïdes nous apparaissent de plus en plus comme une branche des Primates qui s'est spécialisée de très bonne heure dans un sens très différent de la branche des Hominiens ».

Au sujet de l'encéphale, dont le moulage intra-cranien a pu révéler un certain nombre de traits importants et pour l'étude duquel M. Boule a trouvé en M. Anthony un excellent collaborateur, l'auteur conclut ainsi, en répartissant en deux groupes les divers caractères morphologiques de l'homme fossile de la Corrèze :

1° Des caractères humains : volume, prédominance de l'hémisphère gauche; deux branches présylviennes et un système d'opercules semblable au nôtre;

2° Des caractères simiens ou intermédiaires plus nombreux : forme générale, simplicité générale, position et direction des scissures sylvienne et rolandique, réduction des lobes frontaux surtout dans la région antérieure, accentuation du bec encéphalique, caractère primitif de la 3e frontale probablement dépourvue de pied; présence d'un sulcus lunatus très développé; écartement des lobes cérébelleux latéraux et exposition du vermis; direction de la moelle allongée.

Au sujet du classement de l'homme fossile de la Corrèze et des fossiles néanderthaliens en général, M. Boule considère tous ces fossiles comme formant un groupe naturel très bien caractérisé, ne pouvant être classé ailleurs que dans le genre *Homo*, mais constituant ce qu'on appellerait « une bonne espèce » s'il ne s'agissait pas de l'homme. Il considère l'*Homo Neanderthalensis* comme formant une espèce autre que l'*Homo Sapiens* et admet seulement la possibilité de quelques mélanges entre les deux espèces par voie d'hybridation.

L'*Homo Neanderthalensis* se serait éteint sans laisser de postérité à une époque où existait déjà une autre branche humaine beaucoup plus proche de l'*Homo Sapiens* actuel et représentée par les hommes fossiles de Grimaldi. A côté des *rameaux* encore vigoureux et pleins de vie, la *branche* humaine aurait émis autrefois des rameaux aujourd'hui desséchés, tels que l'*Homo Neanderthalensis*.

Quant au *Pithecanthropus*, inférieur par son crâne aux Néanderthaliens, M. Boule reconnaît ses caractères intermédiaires, mais il l'écarte aussi de la lignée humaine et suppose qu'il représente une forme géante d'anthropoïde rentrant dans le groupe Gibbon, hypothèse assez différente de la nôtre. Nous avons supposé que le Pithécanthrope descendait d'une espèce nécessairement anthropoïde et de grande taille du groupe Gibbon, mais nous l'avons considéré comme un *descendant* déjà évolué dans la direction humaine et pouvant être admis dans notre branche humaine au delà des Néanderthaliens, que nous ne croyons pas encore pouvoir exclure de la branche de l'*Homo Sapiens* actuel. Ils pourraient représenter cependant un rameau distinct du nôtre. Ce n'est pas que nous n'éprouvions aucun embarras en face de quelques différences squelettiques. Il nous semble seulement que les difficultés sont de celles qu'une pauvreté moins grande en matériaux fossiles et quelques progrès aussi en anatomie comparative pourraient fort bien annuler. Pour le moment, nous ne pouvons d'ailleurs que faire des hypothèses.

C'est ce qu'a bien soin de dire très expressément M. Boule en traitant ce sujet avec la liberté d'allure qui convient à une compétence aussi grande que la sienne. Il pense que l'on pourrait, sans rencontrer de trop grandes difficultés, placer l'insertion de la branche humaine sur celle des Catarrhiniens cynomorphes à un niveau inférieur au point de départ des Anthropoïdes, et qu'il serait plus prudent de descendre encore plus bas, jusqu'au tronc commun des singes. La solution des problèmes relatifs à notre lignée exigera, dit-il, de nouvelles découvertes de fossiles, de nombreux fossiles! Ajoutons qu'à tous ceux qui étudieront ces fossiles ancestraux et à ceux qui s'intéressent aux fossiles humains déjà découverts, l'important mémoire de M. Boule fournira sur l'*Homo Neanderthalensis* en général et sur l'Homme de La Chapelle-aux-Saints en particulier, une documentation précieuse et même indispensable. Il se termine par seize planches où sont admirablement représentées toutes les pièces du fossile à jamais célèbre de la Corrèze.

L. Manouvrier,
Professeur à l'Ecole d'Anthropologie de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — MM. **P. Appell** et **J. Kampé de Fériet** : Sur la convergence des séries procédant suivant les polynomes d'Hermite ou les polynomes analogues plus généraux. — M. **J. Boccardi** a traduit sous forme de courbes ondulées les observations de latitude faites à Pino Torinese par la méthode de Struve, au moyen de quatre étoiles. La Lune paraît avoir une action marquée sur les variations diurnes observées. — M. **Al. Véronnet** démontre que la masse presque entière du Soleil se comporte comme un liquide dans la contraction. La vitesse de contraction est proportionnelle à la huitième puissance du rayon. Le Soleil stable n'a pu avoir un rayon plus grand que le double du rayon actuel.

2° Sciences physiques. — MM. **Eug. Darmois** et **M. M. Leblanc fils** ont étudié le fonctionnement de l'arc alternatif à vapeur de mercure. Il est préférable d'opérer sous une haute pression de la vapeur de mercure, qui fait disparaître les pointes au rallumage et diminue la consommation spécifique. — M. **Ch. Gravier** montre combien l'obtention des clichés photographiques est simplifiée aujourd'hui par le perfectionnement des objectifs et le développement en pleine lumière. — MM. **Hanriot** et **Lahure** montrent que les propriétés mécaniques des métaux ne sont pas étroitement liées les unes aux autres et qu'un recuit partiel permet de conserver aux métaux une dureté élevée tout en leur assurant une homogénéité et une ténacité supérieures à ce qu'aurait donné l'écrouissage direct. — M. **L. Guillet** divise les aciers nickel-chrome en trois catégories : ceux dont le point de transformation au refroidissement est peu différent du point de transformation à l'échauffement (écart de 100° à 125°), ceux pour lesquels cet écart croît proportionnellement à la teneur en chrome pour atteindre une valeur allant jusqu'à 500°, et ceux qui présentent tous à peu près cet écart et dans lesquels l'influence du chrome est peu sensible. — MM. **P. Pascal** et **A. Jouniaux** ont déterminé la densité de quelques métaux à leur point de fusion : Sn 6,98 (232°) ; Pb 10,875 (327°) ; Zn 6,92 (418°) ; Sb 6,55 (631°) ; Al 2,41 (658°) ; Cu 8,40 (1083°), ainsi que leur dilatation thermique à l'état fondu. — M. **R. Marcelin** montre que, par application de la règle de distribution de Boltzmann-Gibbs, on peut évaluer l'énergie critique nécessaire pour amener une molécule de l'état moyen à l'état actif, à condition toutefois d'avoir fait, d'autre part, l'étude expérimentale de l'influence de la température sur la transformation étudiée. — M. **G. Vavon** a constaté que la courbe des vitesses dans les hydrogénations catalytiques des corps susceptibles de fixer plusieurs molécules d'H, présente une allure très variable suivant la quantité et la qualité du catalyseur. En chauffant le noir de Pt à des températures convenables, on peut diminuer son activité, le rendre inapte à effectuer des hydrogénations difficiles, alors qu'il peut encore aisément catalyser des hydrogénations plus faciles. — M. **F. Wallerant** a étudié les propriétés cristallographiques du benzène bichloré. — M. **O. Lehmann** a observé sur l'oléate d'ammonium et sur le protagon des phénomènes de bourgeonnement donnant naissance à des formes myéliniques, de plus forte biréfringence, montrant des phénomènes de raccourcissement ou d'allongement brusque par refroidissement ou élévation de température. Ces phénomènes ne peuvent s'expliquer que par la nature liquo-cristalline des substances bourgeonnantes. — M. **A. Betim Paes Leme** a examiné une collection de zéolites provenant de Rio do Peixe (Brésil) et se présentant dans les cavités et les géodes d'un basalte à grain fin, très altéré. Les eaux météoriques semblent avoir été l'agent principal de la genèse de ces zéolites.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Amar** a constaté que les cardiogrammes de fatigue se signalent par une diminution transitoire de la période systolique, une décroissance d'amplitude très marquée, et surtout par la position fortement abaissée du sommet droit du plateau systolique. Ces traits persistent d'autant plus longtemps que la fatigue a été plus prolongée. — M. **A. Javal** a étudié les variations de la conductivité électrique des humeurs de l'organisme ; elle est en relation avec la richesse de celles-ci en chlorures. — M. **L. Joubin** signale deux cas d'incubation des œufs chez des Némertiens antarctiques ; l'un d'eux présente des phénomènes préparatoires à cette incubation qui, jusqu'à présent, n'ont d'analogue chez aucun autre Némertien. — M. **J. Pellegrin** a reconnu la présence de quatre espèces d'Athérinidés dans les eaux douces de Madagascar. Elles dérivent sans doute de formes marines. — M. **Ed. Chatton** montre que le cnidocyste est un élément qui, malgré son autonomie, appartient en propre au *Polykrikos*. Il ne présente point de structure cellulaire et ne peut être considéré comme un parasite ou partie d'un parasite. C'est peut-être un appareil kinéto-flagellaire modifié. — MM. **G. Bonnier** et **Jean Friedel** montrent que l'étude anatomique du carpophore peut contribuer à élucider divers problèmes se rapportant à la constitution générale de la fleur. — M. **J. Daniel** a observé que, chez les haricots, les phénomènes de xénie varient comme intensité suivant les hybridations réalisées, l'influence paternelle sur les teintes des graines hybrides pouvant être totale ou mitigée. Les hybrides entre le *Phaseolus multiflorus* et le Haricot noir de Belgique ne se conforment en aucune façon à la loi de Mendel quant à l'hérédité des caractères parentaux. — M. **J. Eriksson** et **C. Hammarlund** montrent qu'on peut, par l'introduction d'un liquide fongicide dans les racines de la plante nourricière, arrêter ou du moins affaiblir la vitalité du champignon cause de la rouille, vivant à l'état latent dans l'intérieur de la plante. — M. **P. Choux** a reconnu que le genre *Tanulepis*, jusqu'alors monotype, se trouve largement représenté à Madagascar, où l'on en connaît actuellement quatre espèces, dont deux enlevées au genre *Camptocarpus* et une au genre *Symphytonema* ; ce dernier doit disparaître de la littérature. — MM. **Azéma** et **Jamot** signalent dans le Ouadaï, d'après les roches rapportées par l'un d'eux, une région granitique, une région gneissique, une région des micaschistes, une région gréseuse et une région des dunes. — M. **de Montessus de Ballore** a étudié la distribution mondiale de la sismicité d'après les rapports annuels de Milne de 1899 à 1909. Le rapport des nombres d'épicentres sous-marins et terrestres est exactement de 3 à 1 ; c'est celui des surfaces immergées et émergées. La loi des géosynclinaux se confirme sous les océans.

Séance du 16 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Bernstein** : Sur la meilleure approximation des fonctions analytiques possédant des singularités complexes. — M. **H. Hancock** : La fonction eulérienne généralisée. — M. **J. Andrade** décrit trois nouvelles méthodes de compensation pour chronomètres de précision, toutes trois utilisant un support d'invar pour appuyer la dilatation centripète de la masse compensatrice. — M. **Ed. Im-**

beaux signale un nouveau système de halage funiculaire électrique des bateaux, en essai sur le canal de la Marne au Rhin. On utilise le dispositif de halage par câble sans fin conçu par Maurice Lévy, mais en substituant à la machine à vapeur l'énergie électrique fournie à bas prix par des moteurs asynchrones à champ tournant.

2° Sciences physiques. — M. **G. Claude** a vérifié sur de plus gros tubes au néon la loi de la proportionnalité de la chute de potentiel à l'inverse du diamètre. Ce fait facilite la compréhension du phénomène des aurores boréales. — M. **R. Swyngedauw** montre que tout danger de surtension disparaît dans les réseaux triphasés lorsqu'on empêche les harmoniques 3 du courant de passer dans les lignes en associant en triangle les enroulements du secondaire de la station de départ et ceux du primaire de la station réceptrice. — M. **André Blondel** étudie l'influence du montage des transformateurs triphasés dans les transports d'énergie à haute tension et indique les meilleurs moyens de protéger les transports d'énergie contre les harmoniques 3. — M. **P. Dosne** a reconnu qu'on peut enregistrer les radiotélégrammes avec la plus grande facilité au moyen du télégraphone de Poulsen. — M. **G. Reboul** indique une manière très facile de mettre en évidence l'action sélective des métaux dans l'effet photo-électrique; les radiations produisant l'émission négative maxima sont celles que le métal absorbe le plus facilement. — M. **C. Cloarec** a étudié, au moyen de la méthode de Duclaux légèrement modifiée, les variations de la tension superficielle de divers liquides. Il a observé que la couche superficielle des solutions salines s'altère très rapidement, par une contamination d'origine interne, due à la présence de matière grasse dans la solution. — M. **A. Ariès** démontre les propositions suivantes : Dans une transformation exécutée à température constante, ou sans échange de chaleur avec l'extérieur, toutes les réactions se produisent, sur une augmentation de la pression, dans le sens qui entraîne la plus grande condensation de la matière. Dans une transformation exécutée à pression constante ou à volume constant, toutes les réactions se produisent, sur une élévation de température, dans le sens qui entraîne la plus grande absorption de chaleur. — MM. **Ch. Leenhardt** et **A. Boutaric** montrent que la chaleur de fusion d'un hydrate est approximativement celle de l'eau qu'il contient; l'erreur commise est d'autant plus petite que l'hydrate est plus riche en eau. — M. **J. Joannis** a constaté que la présence du kaolin permet la combinaison de H^2 et O^2 à des températures où elle n'a pas lieu dans le verre, et cela dès 230°. La proportion d'eau formée est proportionnelle à la durée de contact. L'activité du kaolin diminue d'autant plus que sa cuisson préalable a eu lieu à plus haute température. — MM. **V. Grignard** et **E. Bellet** montrent que le chlorure de cyanogène liquide est le nitrile chloroformique, tandis que le chlorure gazeux est la carbylamine isomère. En présence des réactifs minéraux, la forme carbylamine est seule stable; par contre, les organomagnésiens tendent à créer, entre les deux formes, un état d'équilibre, variable, d'ailleurs, avec les corps en présence. — MM. **A. Kling** et **A. Lassieur** ont essayé de doser les sulfates par la méthode physico-chimique au moyen de la baryte. On observe des erreurs variables selon les cas, mais celles-ci ne sont pas explicables par des phénomènes d'adsorption. — MM. **S. Wologdine** et **B. Penkiewitsch** ont déterminé la chaleur de formation du sulfure de manganèse aux dépens de Mn métallique et de S octaédrique; elle est égale à 62,901 cal. par mol. — M. **A. Colani** a obtenu, en réduisant au rouge, dans un courant de CO^2, l'acide molybdique, dissous dans l'acide métaphosphorique, par un excès de sulfure de molybdène, un métaphosphate de sesquioxyde de molybdène $Mo(PO^3)^3$, en cristaux jaune soufre. — M. **M. Barre** a préparé un certain nombre de chromates doubles : $CrO^4K^2.CrO^4Ca.2H^2O$, gros prismes orthorhombiques jaunes; $CrO^4K^2.CrO^4Ca$, en petits prismes droits, hexagonaux; $CrO^4K^2.CrO^4Sr$; $CrO^4K^2.CrO^4Ba$; $CrO^4K^2.CrO^4Pb$. — M. **E. Tassilly** a reconnu que, pour l'orthotoluidine, la paratoluidine, la métaxylidine, la paraanisidine et la tolidine, la diazotation est sensiblement régie, comme pour l'aniline, par la formule $dx/dt = K(100-x)^2$. — M. **E.-E. Blaise**, en faisant agir le chlorure de succinyle sur l'acide oxy-isobutyrique, a obtenu l'acide succin-bisoxyisobutyrique, F. 195°, dont le dichlorure, obtenu par action de PCl^5, se condense avec C^2H^5ZnI pour former un bis-cycloacétal, F. 129-130°, dont l'alcoolyse fournit le dipropionyléthane, F. 34-35°. D'autres dicétones 1 : 4 pourront être préparées par la même méthode. — M. **M. Godchot**, en faisant réagir CH^3MgI sur la cyclopentane-dione-1 : 2, a obtenu le méthyl-1-cyclopentène-2-diol-1 : 2, qui fournit par déshydratation la méthyl-1-cyclopentène-1-one-2, identique à celle retirée par Looft du goudron de bois. — MM. **E. Jungfleisch** et **Ph. Landrieu** ont préparé divers camphorates *d*-métalliques. Les camphorates neutres ou dimétalliques sont fort stables en présence de l'eau, qui ne les dissocie pas; l'acide camphorique possède donc deux fonctions d'acide fort. Les camphorates acides sont très peu stables en présence de l'eau, qui les dédouble tous en acide libre et sel neutre dimétallique. Les camphorates acides semblent donc résulter de l'union de l'acide camphorique avec le sel dimétallique; ce sont des combinaisons analogues aux sels acides des acides monobasiques. — M. **H. Bierry** et Mlle **L. Fandard** distinguent du sucre virtuel de Lépine, intermittent, jamais isolé, le sucre protéidique, lié aux molécules protéiques, dont la présence est constante chez tous les animaux. — M. **V. Lubimenko** a isolé des chromoleucites deux groupes de pigments : le groupe de la lycopine et celui de la rhodoxanthine. Les premiers sont plus nombreux; l'oxygène de l'air est nécessaire à leur formation, et ils dérivent probablement de la chlorophylle par oxydation. — M. **R. Goupil** a étudié les matières grasses formées par l'*Amylomyces Rouxii*. Elles vont en augmentant avec l'âge. L'aération de la culture n'apporte pas de modification dans l'évolution de la matière grasse, pourvu que le mycélium reste en contact avec son milieu liquide. Mais, si on le sépare de ce milieu, la mucorinée pourra attaquer une portion importante des glycérides.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Pézard** déduit de ses expériences que le développement des ergots, chez la poule normale, est arrêté par une action empêchante de l'ovaire. L'ovaire n'a pas d'influence sur l'évolution de la crête. — MM. **A. Laveran** et **G. Franchini** ont constaté que le rat et la souris peuvent être infectés naturellement au moyen des puces du rat parasitées par l'*Herpetomonas Pattoni*. — M. **W. Russell** a reconnu que la mort des plantes par le gel ne survient que très rarement d'une façon brusque; elle est d'autant plus retardée qu'il y a davantage d'éléments non endommagés et c'est en quelque sorte cellule par cellule que s'éteint l'activité vitale. — MM. **A. Trillat** et **M. Fouassier** ont observé que, pour un même liquide d'une tension superficielle constante tenant des germes divers en suspension, le passage d'un courant d'air est capable non-seulement d'effectuer des entraînements, mais aussi des séparations. Les résultats obtenus dépendent de la grosseur des microbes et de leur aptitude plus ou moins grande à être mouillés. — MM. **W.-J. Penfold** et **H. Violle** ont constaté que beaucoup de produits bactériens, dilués dans une grande quantité d'eau distillée, deviennent beaucoup plus toxiques en injection intra-veineuse. L'hématolyse survenant à la suite de l'injection d'eau distillée dans l'organisme est un élément très important dans la genèse de cet effet. — M. **J. Groth** a étudié les schistes à goniatites de Guadalmez. Ils peuvent être parallélisés avec la zone à *Chiloceras curvispinna* et *subpartitum* de Cabrières. — M. **J. Répelin**

montre que le contact anormal du Trias et du Crétacé supérieur autochtone, entre Roquevaire et Saint-Zacharie, se fait par une faille assez voisine de la verticale, le long de laquelle toute la série intermédiaire entre le Trias et le Sénonien s'est effondrée. Les massifs autochtones eux-mêmes peuvent donc présenter, dans les parties où la compression latérale a atteint son maximum, des phénomènes de chevauchement.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Février 1914.

M. **Ch. Vallon** montre que la cocaïne peut produire deux variétés de psychose : l'une à évolution lente, où l'on peut distinguer deux périodes successives : une période de troubles sensoriels (illusions et hallucinations) et une période d'idées délirantes; l'autre, plus fréquente, aiguë ou subaiguë.

Séance du 17 Février 1914.

MM. **Bordet** et **Henrijean** sont élus correspondants étrangers dans la division de Médecine. — MM. **A. Chantemesse** et **Rodriguez** communiquent le résultat de leurs recherches sur les empoisonnements par les gâteaux à la crème et l'affaire de Cholet. Les empoisonnements de Cholet doivent être attribués à l'ingestion de gâteaux à la crème dans lesquels s'était multiplié un bacille paratyphoïde très pathogène, qui a été retrouvé dans le sang d'une des victimes. Ce bacille a été introduit dans la crème par la cuisinière, qui était elle-même porteuse de germes analogues. Il résulte de ces constatations que des précautions de propreté très grandes doivent être prises dans la préparation des gâteaux à la crème et que ceux-ci doivent être conservés à la glacière avant consommation pour éviter le développement possible de germes. — MM. **G. Marinesco** et **J. Minea** exposent les résultats obtenus par l'emploi des injections de sérum salvarsanisé *in vivo* et *in vitro* dans l'arachnoïde spinale et cérébrale pour le traitement du tabes et de la paralysie générale. Dans le tabes, l'amélioration des troubles est évidente; dans la paralysie générale, les résultats sont moins encourageants, mais ils ne doivent pas empêcher de poursuivre les essais. — M. **Sieur** a recherché les voies suivies par l'infection endocranienne, au cours des antrites suppurées de la face. L'infection, partie des cavités sinusales de la face pour aboutir aux méninges et au cerveau, emprunte deux voies principales : la voie par continuité de lésion et la voie vasculaire, qui n'est encore scientifiquement démontrée que pour la voie veineuse.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Février 1914.

M. **I. Thulin**, par l'étude de la dégénération physiologique des fibres musculaires striées chez des embryons de Sélaciens, confirme le fait que le tissu conjonctif intervient dans les processus dégénératifs. — M. **P. Wintrebert** a reconnu que, chez les Poissons téléostéens et les Amphibiens, les premiers mouvements des embryons sont plus divers, leur gradation plus facile à suivre, et, par conséquent, leur emploi pour la sériation des stades embryonnaires plus avantageux que chez les Sélaciens. — M. **P. Bonnier** apporte de nouveaux arguments en faveur de la non différence de nature des tons et des bruits. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** ont observé que la partie centrale de chaque moitié du pénis demeure, chez l'autruche, à l'état de tige fibreuse; sa partie périphérique devient spongieuse et érectile. La moitié droite subit une cavernisation plus considérable que la moitié gauche. — MM. **A. Besredka** et **F. Jupille** montrent que la réaction de fixation qui apparaît dans le sérum des tuberculeux alors qu'on ne distingue pas encore de lésions macroscopiques dans les organes, marche de pair avec la résistance de l'animal : elle est d'autant plus intense et durable que l'animal résiste mieux à l'infection. — MM. **E. Debains** et **F. Jupille** ont reconnu que la tuberculine de Besredka, obtenue par culture du bacille de Koch dans le bouillon à l'œuf, fixe l'alexine en présence du sérum des tuberculeux quelle que soit la forme clinique de la tuberculose. Cette réaction est très sensible et correspond à des lésions en involution. — M. **F. Regnault** estime que certains cas de mimique double (expression simultanée d'émotions différentes sur les deux moitiés du visage) ne sont pas attribuables à l'hystérie, mais sont entièrement involontaires : on est droitier de la figure comme de la main. — MM. **R. Debré** et **J. Paraf** indiquent comment on peut surmonter, dans la réaction de l'antigène, la difficulté provenant du pouvoir antihémolytique des urines. — M. **A. Mougeot** montre que l'abolition du réflexe oculo-cardiaque dans les tachycardies paraît due à la méiopragie ou à la destruction du centre cardio-modérateur du bulbe, ou du nerf pneumogastrique. La recherche de ce réflexe constitue donc une épreuve clinique de grande valeur pour distinguer l'origine bulbo-vagale de l'origine myocardique d'une tachycardie.

Séance du 14 Février 1914.

M. et Mme **L. Lapicque** ont étudié les modifications de l'excitabilité des nerfs par les sels qui précipitent le calcium. La précipitation du calcium des nerfs fait descendre la chronaxie aux deux tiers de sa valeur normale. — M. **L. Lapicque** expose les raisons pour lesquelles le rapport trouvé par M. Iscovesco entre le poids de certains organes et le poids du corps lui paraît tout à fait illusoire. — MM. **R. Hertz** et **J. Goldberg** ont observé que le bicarbonate de soude influence l'élimination du lactose injecté dans les veines. Son influence sur la rétention des chlorures dans l'organisme dépend sans doute aussi de son action sur les reins. — M. **E. Laguesse** montre que, chez les Sélaciens, les fibres conjonctives adultes, ou faisceaux de fibrilles, se forment habituellement (mais non exclusivement) au cours du développement par épaississement graduel, puis clivage longitudinal des fines fibrilles élémentaires primitives, clivage non brutal, mais accompagné de phénomènes de différenciation. — M. **Cl. Gautier** a constaté que, chez la grenouille, l'extrait mou aqueux pharmaceutique de gui détermine *in vivo* et *in vitro* l'incoagulabilité du sang. Le curare et bien d'autres substances provoquent le même syndrome. — M. **P. Bonnier** a découvert que la sensation de soif est sous la dépendance de centres, dits hygrostatiques, situés dans le bulbe, dans la région du pneumogastrique supérieur, au voisinage des centres glycostatiques et des centres qui président à l'élimination rénale. La sollicitation de ces centres permet de faire disparaître certains troubles liés à l'équilibre de l'eau dans l'organisme. — MM. **A. Distaso** et **J. Schiller** ont reconnu que, même en se mettant dans les meilleures conditions imaginables, on ne parvient pas à faire pousser dans l'intestin d'un animal des microbes étrangers à cet intestin. — MM. **Kuss**, **Leredde** et **Rubinstein** ont observé que les sujets atteints de tuberculose pulmonaire bien caractérisée, en pleine évolution, donnent avec l'antigène de Besredka, dans la très grande majorité des cas (89 %), une réaction de fixation positive. Les sujets non tuberculeux donnent une réaction négative. — MM. **Cluzet** et **Petzetakis** décrivent les phénomènes produits par la compression oculaire chez le chien bradycardique : ralentissement considérable du rythme cardiaque, pauses totales d'une durée de plusieurs secondes et pouvant aller jusqu'à l'arrêt définitif du cœur, pauses ventriculaires, etc. — M. **Petzetakis** montre que, dans le réflexe oculo-cardiaque, le ralentissement du cœur est le résultat d'une excitation transmise aux éléments cardio-modé-

rateurs du pneumogastrique. — MM. **H. Cardot** et **H. Laugier** ont reconnu que, au cours de l'électrotonus, la rhéobase et la chronaxie varient en sens inverse. — M. **A.-C. Inman**, en étudiant le pouvoir antihémolytique des sérums humains en présence de l'antigène tuberculeux de Besredka, a constaté qu'une réaction négative indique soit l'absence d'une lésion tuberculeuse, soit l'arrêt d'une lésion active antérieure. Une réaction positive, surtout avec un sérum dilué au 1/32, indique une lésion tuberculeuse active. — MM. **Ch. Achard** et **E. Feuillié** ont dosé l'azote détachable des albuminoïdes par l'acide nitreux dans divers liquides organiques. — M. **P. Salmon** a observé que l'injection de certaines couleurs, le vert malachite entre autres, provoque une coloration élective de la substance grise du cerveau. Certains noyaux sont atteints, d'où les symptômes tels que des phénomènes oculo-moteurs. — M. **P. Wintrebert** a constaté que le premier mouvement des Sélaciens, exécuté librement, présente l'ébauche de la progression définitive; il peut être considéré comme primitif. Les mouvements aberrants des Téléostéens et des Amphibiens dans l'œuf résultent d'une adaptation secondaire et convergente à l'étroitesse de la coque. — MM. **G. Froin** et **Pernet** montrent que les solutions hyperchlorurées agissent à la fois sur le sérum et sur les globules. En modifiant les globules, elles facilitent la fixation des hémolysines. En agissant sur le sérum, elles consolident le complexe humoral et entravent la fixation des hémolysines sur les globules. — MM. **H. Bierry**, **R. Hazard** et **A. Ranc** ont reconnu qu'il existe dans le plasma, le sang et les globules des protéiques capables de dégager, sous l'influence de l'acide nitreux, de l'azote qui peut être dosé. — MM. **R.-S. Williams** et **W.-R. Wade** ont isolé, dans un cas d'arthrite suppurée du genou, un cocco-bacille aérobie fétide, différent de tous ceux connus. — M. **R. Legendre** décrit un tour de main simple pour obtenir une chambre humide microscopique.

M. **F. Terroine** est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 19 Janvier 1914.

MM. **L. Spillmann** et **A. Orticoni** signalent un abcès du psoas provoqué par le bacille d'Eberth et consécutif à une ostéite coxo-pubienne métatyphique. — M. **M. Dufour** décrit le procédé qu'il emploie pour le centrage des verres de lunettes. — MM. **J. Parisot** et **P. Matthieu** montrent que le produit cristallisé retiré de l'hypophyse par Fühner représente sinon un principe actif hypophysaire à l'état de pureté, du moins une substance qui en est très voisine et fonctionnellement équivalente. — Les mêmes auteurs ont constaté que les actions diverses, et souvent opposées suivant les doses, exercées par l'hypophysine de Fühner, sont à rapprocher des constatations identiques faites avec l'adrénaline. — M. **L. Mercier** a observé que certaines cellules sexuelles de *Panorpa germanica* : spermatocytes de premier et de second ordres, spermatides, sont plus volumineuses chez l'imago que chez la larve.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 3 Février 1914.

MM. **P. Balard** et **J. Sidaine** ont observé, chez les femmes enceintes, la fixité remarquable de la tension artérielle minima au repos et sa très faible variation sous l'influence d'une activité moyenne sans effort. La maxima subit au contraire des variations importantes. — M. **R. Dupérié** et Mlle **K.-B. Kadisson** ont étudié les variations de l'image neutrophile et de la valeur nucléaire du sang chez les nouveau-nés et les nourrissons. — MM. **R. Dupérié** et **R.-M. Marliangeas** ont déterminé les variations des rapports leucocytaires au cours de la sérothérapie antidiphtérique, qu'il y ait ou non une éruption sérique. — M. **R. Moulinier** a observé que, lorsque le myocarde est imprégné d'émétine, l'excitation électrique produit : tantôt un prolongement de la pause diastolique ventriculaire, tantôt une systole supplémentaire.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Février 1914.

M. **Em. Borel** illustre, par un exemple de probabilité géométrique, la nécessité où se sont trouvés les physiciens, à la suite de Planck, d'introduire des hypothèses de discontinuité dans tous les domaines où ils devaient appliquer les méthodes de la théorie des probabilités. Il se demande cependant si l'on ne pourrait pas, indépendamment de toute interprétation physique, transformer les problèmes de probabilités géométriques analogues à l'exemple choisi, de telle manière que la solution soit continue et présente cependant les caractères essentiels des solutions discontinues. Il montre comment on peut y arriver en remplaçant les hypothèses usuelles de concentration discontinue par des hypothèses de concentration continue. — MM. **H. Deslandres** et **A. Pérot** : *Contribution à la réalisation de champs magnétiques élevés.* Pour obtenir des champs élevés, deux procédés peuvent être utilisés : 1° on peut produire un flux d'induction élevé dans un circuit magnétique présentant une coupure et concentrer, à l'aide de pièces polaires coniques, le flux dans un entrefer de petite section et de petite longueur; c'est d'après cette conception que sont construits les électro-aimants actuels, notamment les modèles remarquables de P. Weiss; 2° on peut s'adresser aux propriétés magnétiques du courant seul sans faire intervenir de milieu magnétique. C'est la solution proposée par Perrin et par Ch. Fabry. Ce dernier procédé nécessite une concentration très grande des ampères-tours et l'emploi de densités de courant très élevées. MM. Deslandres et Pérot se sont proposé de réaliser un appareil dans lequel il existe des masses de fer importantes comme dans les électro-aimants actuels, mais dans lequel les circuits magnétisants agissent sur l'entrefer lui-même. Au lieu de concentrer le flux, les pièces polaires le captent, pour ainsi dire, et le circuit magnétique, de très large section, permet, grâce à la petitesse de la résistance magnétique, d'obtenir des champs élevés. La réalisation d'un tel appareil est liée à celle de la concentration des ampères-tours dans un très petit volume, et, par suite, à la possibilité de densités de courant élevées. C'est ce premier problème que l'on a cherché à résoudre. La solution a été trouvée par l'emploi comme conducteurs de rubans de cuivre mince, de quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, refroidis par un courant de pétrole porté à une température aussi basse que possible, en l'espèce de — 20° à — 30°. Dans ces conditions, on atteint des densités de courant de 1.500 ampères par millimètre carré avec des rubans de $0^{mm},2$ d'épaisseur, et de 1.800 ampères par millimètre carré avec des cuivres de $0^{mm},1$. Ce sont là des densités limites au-dessous desquelles il est prudent de se tenir. La possibilité de concentrer des ampères-tours dans un très petit volume est donc expérimentalement démontrée; on a alors construit des bobines, dont l'une, par exemple, de 29 centimètres cubes, présentant un creux de 30 millimètres de diamètre, a fourni 30.800 ampères-tours, la densité réelle était de près de 500 ampères par millimètre carré, et la densité efficace calculée, isolant compris, de près de 200. Cette bobine, placée de manière à agir sur l'entrefer d'un électro-aimant de Weiss, ancien modèle, a donné les résultats suivants : le champ de l'électro-aimant seul, dû à un courant double du courant normal (24 ampères au lieu de 12,5 ampères), était de 31.000 gauss dans un entrefer de $2^{mm},1$ de longueur sur 3 millimètres de diamètre. En faisant agir les 30.800 ampères-tours de la bobine indiquée ci-dessus (1.100 am-

pères, 28 tours), le champ s'est élevé à 51.500 gauss. Les pièces polaires étaient en fer ordinaire, de sorte que l'on a obtenu le champ le plus élevé réalisé dans ces conditions. Outre cette application, on a construit un électro-aimant spécial, basé sur les données indiquées ci-dessus. L'appareil, qui pèse une trentaine de kilogrammes, peut recevoir un courant de 4.000 ampères. L'énergie dont on disposait n'a permis de lui fournir que 1.900 ampères; dans ces conditions, les pièces polaires étant garnies de ferro-cobalt sur un diamètre de 12 millimètres seulement, et l'entrefer ayant $1^{mm},7$ de longueur sur 3 millimètres de diamètre, le champ atteint a été de 50.500 gauss. Si on avait pu pousser le courant à 4.000 ampères, la force magnétique aurait largement dépassé 60.000 gauss. La mesure des champs a été faite par celle de l'écartement des composants du triplet donné par la raie 1.680 du zinc, en vertu du phénomène de Zeeman. — **M. A. Cotton** fait remarquer que, dans l'appareil de MM. Deslandres et Pérot, l'espace utilisable, compris entre les facettes terminales des pièces polaires (3×2 millimètres), est minuscule. Le très grand intérêt pratique qu'il y a à pouvoir travailler dans des entrefers aussi larges que possible et d'un accès commode a conduit au projet de construction d'un très gros électro-aimant qui permettrait, grâce à la latitude apportée par l'emploi des pièces polaires amovibles, de se placer dans chaque cas dans les meilleures conditions, d'avoir à volonté des champs *très intenses* ou des champs *très étendus*. Dans le projet, étudié avec soin, surtout par MM. P. Weiss et Piccard, c'est de l'eau à la température ordinaire, circulant dans les conducteurs en forme de tubes, qui sert à absorber la chaleur dégagée. M. Weiss estime que les essais très intéressants faits à Meudon ne conduisent pas à modifier ce projet. Le pétrole refroidi n'est pas plus avantageux que l'eau si l'on tient compte de la dépense d'énergie. L'économie apparente, résultant de ce que le cuivre est plus conducteur, est largement dépassée par la dépense d'énergie nécessaire pour abaisser la température du liquide réfrigérant. La question change d'aspect si l'on abaisse énormément la température, et il faut très vivement désirer que les recherches de M. Kamerlingh Onnes, sur l'obtention de champs exceptionnellement intenses par les « supraconducteurs », puissent être poursuivies dans les meilleures conditions possibles et soient couronnées de succès.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 13 Février 1914.

MM. J. B. Senderens et Jean Aboulenc exposent une méthode de *préparation catalytique des éthers de la glycérine*, qui est la suite du procédé qu'ils ont employé pour l'éthérification des monoalcools par les acides organiques. En faisant intervenir les mêmes catalyseurs dans des mélanges de 1 molécule de glycérine et de quantités variables d'acide acétique cristallisable, ils ont obtenu, après une heure d'ébullition, les résultats suivants :

	ACIDE ACÉTIQUE employé	ACIDE ACÉTIQUE éthérifié
Sans catalyseur	3 mol.	2/3 de mol.
Bisulfate de potassium 5 0/0	3 —	1 mol. 1/5.
Sulfate d'alumine anhydre 2 0/0	1 —	1/2 mol.
— —	3 —	1 mol. 1/3.
— —	6 —	1 mol. 1/2.
— —	12 —	2 mol.
Acide sulfurique 1 0/0	1 —	5/8 mol.
—	3 —	1 mol. 1/2.
—	6 —	2 mol. 1/3.
—	12 —	3 mol.

Dans tous ces cas, c'est la triacétine qui est le produit principal. Sa production augmente avec la quantité d'acide acétique employé et, pour chaque dose de cet acide, elle semble atteindre sa limite après 1 heure d'ébullition. — **M. René Dubrisay** fait part de diverses applications nouvelles de sa méthode d'acidimétrie capillaire. L'auteur a pu, à une dilution de 1 °/₀₀ de molécule par litre, mettre en évidence la fonction acide du phénol. L'étude de la neutralisation de l'acide chromique par la soude ou l'ammoniaque montre que, si les bichromates se comportent comme les sels d'un acide fort, la formation des chromates neutres à partir du dichromate et d'un alcali n'est jamais complète. L'acide periodique se comporte, du moins en solution diluée, comme un acide tribasique, dont les trois basicités sont inégales. Enfin, M. René Dubrisay a, en collaboration avec M. X. Rocques, étudié la courbe de neutralisation des vins. — **M. M. Delépine** expose ses recherches sur quelques combinaisons décrites comme chlorures d'iridium. Il montre que, par l'action de HCl, de 300° à 500°, sur les poudres jaunes formées dans l'action de l'acide sulfurique sur les chloro-iridites, on obtient des composés de formules très voisines de celle du chlorure irideux anhydre $IrCl^3$, mais se distinguant de ce dernier, notamment par leur solubilité dans l'eau. La solution obtenue, évaporée, donne du chlorure d'iridium hydraté $IrCl^3 . nH^2O$; il en décrit quelques propriétés. L'action du chlore sur le chloro-iridate d'ammonium, à 600°, fournit le chlorure irideux anhydre, de couleur claire, se distinguant déjà par cette propriété du chlorure obtenu à 440° par Leidié et décrit par lui comme ayant une couleur vert noirâtre. En fait, ce cernier est un chlorure légèrement perchloruré, comme le démontrent quelques réactions indiquées par M. Delépine.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Décembre 1913.

1° Sciences mathématiques. — **M. F. E. Rowett** : *L'hystérèse élastique dans l'acier.* Un tube d'acier à paroi mince est couplé avec un tube coaxial plus long et de plus grande section. On soumet à une torsion le tube composé et mesure la torsion de chaque composant. La torsion du gros tube, où la tension et par conséquent l'hystérèse est faible, mesure le couple appliqué au petit tube. On mesure ainsi des déformations de l'ordre de 10^{-6} et on détermine à 2 1/2 °/₀ près l'énergie dissipée par l'hystérèse élastique pendant un cycle de tension un peu inférieur à la limite élastique. L'hystérèse élastique dans les tubes étirés est à peu près le 1/8 de sa valeur dans les mêmes tubes après recuit.

2° Sciences physiques. — **M. F. W. Aston** décrit une *forme simple de micro-balance pour la détermination de la densité des gaz* par rapport à l'un d'eux pris comme base, par le moyen d'une méthode de zéro. C'est une micro-balance en quartz du type Steele et Grant, dont l'un des fléaux porte une petite boule de quartz; les pesées sont faites en variant la pression de l'air dans la cage de la balance jusqu'à ce que le fléau revienne au zéro. On peut déterminer en quelques minutes, à 0,1 °/₀ près, la densité d'un demi-centimètre cube de gaz. — **M. F. E. Smith** : *Mesures absolues de la résistance par une méthode basée sur celle de Lorenz.* L'instrument employé diffère de tous ceux qui sont basés sur la méthode de Lorenz en ce qu'il possède deux disques au lieu d'un. L'effet perturbateur du champ magnétique terrestre est ainsi pratiquement éliminé. Le résultat des déterminations est que la résistance d'un ohm international est de $1,0052 \pm 0,00004$ ohm (10^9 cm./sec.). — **M. A. N. Shaw** a complété le travail de MM. Callendar et King, exécuté de 1894 à 1898, sur la détermination de la f.é.m. de la pile normale de Weston. Cette f.é.m. est équilibrée avec la différence de potentiel d'un ohm étalon due à un courant d'environ un ampère mesuré au moyen d'un électrodynamomètre de Maxwell. Le résultat final, pour la f.é.m. de la pile de Weston en volts semi-absolus, est de 1,01827 à 20°C., nombre qui concorde bien avec

la moyenne des meilleures déterminations récentes (1,01824). — M. T. R. Merton : *Sur un second spectre du néon.* L'auteur a étudié le spectre du néon dans diverses conditions d'excitation électrique. Avec une décharge condensée, il se développe un second spectre, comme pour l'argon, le krypton et le xénon. Les lignes les plus fortes du spectre ordinaire sont aussi faiblement visibles avec la décharge condensée. — M. R. J. Strutt a essayé de confirmer les expériences de Collie et Patterson sur la production du néon ou de l'hélium par la décharge électrique dans les tubes à vide contenant de l'hydrogène. Les résultats ont été entièrement négatifs, soit que l'auteur n'ait pas réalisé les conditions propres à cette formation, soit pour toute autre cause. — MM. G. G. Henderson et I. M. Heilbron : *L'absorption sélective des cétones.* La plupart des cétones aliphatiques contenant un des groupes — CO.CH² — ou CO.CO —, ainsi que leurs dérivés, présentent une absorption sélective dans les régions visible et ultra-violette. On l'a attribuée à une vibration intra-moléculaire provenant de la transformation de la forme cétonique en la forme énolique tautomère; mais cette hypothèse se heurte à plusieurs objections. Les auteurs ont trouvé que l'absorption sélective d'un grand nombre de cétones simples est du même type, car toutes les bandes d'absorption sont pratiquement identiques. Ils l'attribuent à des perturbations électroniques accompagnant des oscillations qui proviennent de la formation et de la rupture alternatives de systèmes annulaires instables à l'intérieur de la molécule.

3° Sciences naturelles. — M. A. Mallock : *La vision intermittente.* Quand une roue tourne assez rapidement pour que l'œil ne puisse plus voir ou suivre facilement les rayons séparés, et qu'en même temps l'observateur reçoive un petit choc mécanique, les rayons apparaissent presque stationnaires pendant une fraction de seconde. L'apparition dépend de la vitesse de rotation, de l'intensité de l'éclairage et, à un degré moindre, de la nature du choc. Des chocs convenables sont obtenus par le contact du pied avec le sol, comme dans la marche, ou en se frappant la tête ou le corps. La convention par laquelle on indique généralement une rotation rapide dans un dessin (introduction d'un grand nombre de lignes radiales à la place des rayons) tire probablement son origine d'une forme du même phénomène. L'auteur explique ce phénomène par une variation de la sensibilité produite par un choc léger. Cette variation, qui s'éteint rapidement, a une durée périodique d'environ 1/8 de seconde, et diffère légèrement chez plusieurs individus.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 23 Janvier 1914.

M. P. R. Coursey décrit quelques expériences effectuées sur différents types de détecteurs de télégraphie sans fil en vue de rechercher s'il existe une relation entre les courbes de sensibilité et de caractéristique (ou volt-ampère) d'un détecteur. Dans quelques cas, il existe une bonne concordance entre la courbe de sensibilité d'un détecteur et la différentielle seconde de sa caractéristique, spécialement dans les détecteurs à cristaux les plus stables ; mais il est évident que la flexion de la courbe de caractéristique ne peut être la seule cause de la réponse d'un détecteur aux signaux de télégraphie sans fil. En effet, dans d'autres cas, en particulier pour le détecteur électrolytique, les points de plus grande variation de la flexion sont ceux où la sensibilité mesurée est nulle ou très faible. En ces points s'ajoute donc une seconde action, probablement de nature électrolytique. — M. W. Duddell présente un modèle hydraulique d'arc électrique musical, qui permet la démonstration d'un grand nombre de propriétés des arcs intermittents ou oscillants. — M. C. R. Darling présente quelques expériences nouvelles avec des gouttes et des globules liquides. — M. J. Walker considère l'expérience d'Airy, où il mesure l'angle d'aberration avec un télescope rempli d'eau, à la lumière de l'hypothèse récente de Lord Rayleigh, d'après lequel on a affaire dans l'aberration à une vitesse de groupe au lieu d'une vitesse d'onde. Il arrive au résultat que l'angle d'aberration ainsi déterminé correspond à un angle $\mu^{-1} v/U$ mesuré dans l'air. Le même résultat est obtenu par une étude analytique, et le calcul numérique montre que l'augmentation de l'angle est d'environ 1 %, c'est-à-dire trop faible pour être décelée.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Décembre 1913.

M. V. Lefébure a observé une absorption des gaz par le celluloïd d'un ordre de grandeur comparable à la sorption des gaz par quelques charbons. L'effet est réversible; il n'est pas de nature chimique. Il augmente quand la température s'abaisse et quand la pression s'élève. Il ne se présente pas chez les deux principaux constituants du celluloïd, le camphre et la nitrocellulose. — M. A. W. Crossley et Mlle N. Renouf signalent un certain nombre de réarrangements de substances hydroaromatiques en substances aromatiques, en particulier de diméthylcyclohexénones substituées. — M. H. R. Procter a étudié l'équilibre entre HCl dilué et la gélatine, qui peut être représenté par une expression mathématique. La gélatine paraît être une base diacide, dont les constantes d'hydrolyse K_1 et K_2 sont égales à 0,0013 et 1,05 et dont le poids moléculaire approximatif est de 839, conduisant à une formule $C^{35}H^{57}O^{13}Az^{11}$. — MM. G. T. Morgan et H. W. Moss ont examiné le spectre d'absorption de 14 acétylacétonates métalliques en solution alcoolique ; ils présentent tous une bande d'absorption dans l'ultra-violet ; le composé chromique a, en plus, une bande vers l'extrémité rouge. — M. W. R. Bousfield, en prenant comme exemple le sucrose, montre que les données osmotiques peuvent être amenées en conformité avec l'équation des gaz en tenant compte de l'eau combinée. Les équations de pression osmotique, de pression de vapeur et de point de congélation prennent les formes suivantes : $P/R'\theta\ (h\text{-}n = i)$; $\rho\ \delta\ p/p\ (h\text{-}n) = i : \Delta/F'\ (h\text{-}n) = i$, où h est le nombre total de molécules d'eau par molécule de corps dissous et n le nombre de molécules d'eau combinées par molécule de corps dissous. — MM. F. B. Power et A. H. Salway ont trouvé, dans la racine de salsepareille grise de la Jamaïque : un glucoside cristallisé, la sarsaponine, $C^{44}H^{70}O^{20}.7H^2O$, donnant par hydrolyse de la sarsasapogénine $C^{26}H^{42}O^3$ et du dextrose ; le *d*-glucoside du sitostérol, du sitostérol, du stigmastérol; un nouvel acide dicarboxylique cristallisé, l'acide sarsapique, $C^6H^4O^6$, F. 305° ; du dextrose, et un mélange d'acides gras : stéarique, béhénique, oléique et linolique ; enfin du cétyl-*d*-glucoside et beaucoup de nitrate de potassium. — MM. G. T. Morgan et H. W. Moss ont préparé les acétylacétonates de Li, Cs, Ag, Cu, Zn, Cd, Sc (F. 187°-187°,5) et le dérivé vanadylique de l'oxyde de mésityle. — MM. G. T. Morgan et G. E. Scharff ont préparé le benzènesulfonyl-3 : 4-tolylènediazoimide sous forme de deux isomères : α, F. 118°-119°, plus soluble et labile, transformé par ébullition prolongée en solution en β, F. 150°-151°, stable et moins soluble. — MM. F. S. Kipping et R. Robison poursuivent leurs recherches sur les produits de condensation du diphénylsilicanediol. Le trianhydrotétrakisdiphénylsilicanediol, $HO.Si(C^6H^5)^2.O.Si(C^6H^5)^2.O.Si(C^6H^5)^2.O.Si(C^6H^5)^2.OH$, F. 127°, a été obtenu en hydrolysant avec précaution le dérivé tétra-anhydro par NaOH en solution chloroformique. — M. R. Wright a observé que le spectre d'absorption de SO^2 est caractérisé par une bande dans l'ultra-violet, tandis que son sel de Na n'a qu'une absorption générale. Cet effet est

probablement dû à une différence de structure entre l'acide et son sel. — M. F. W. Gray présente un calorimètre adiabatique, pourvu d'un manchon rempli d'eau dont la température peut être modifiée à volonté de façon à prévenir tout rayonnement vers l'intérieur du calorimètre ou de celui-ci vers l'extérieur. MM. M. J. Burgess et R. V. Wheeler ont distillé la houille dans un vide élevé à basse température. Une partie de la houille commence à se décomposer à 350°. Parmi les gaz dégagés, qui ont été fractionnés au moyen de l'air liquide et de CO^2 solide dissous dans l'éther, on a trouvé le propane et le butane. — MM. D. T. Jones et R. V. Wheeler ont examiné les produits liquides obtenus dans la distillation précédente, qui sont constitués par des hydrocarbures non saturés (éthyléniques), des naphtènes, des paraffines, des phénols (crésols et xylénols) et des homologues du naphtalène; le benzène, l'anthracène et les hydrocarbures aromatiques solides faisaient défaut. Les auteurs admettent la préexistence des paraffines dans la houille à l'état de groupes alkylés liés chimiquement à des groupes non alkylés. — M. H. Krall, en chauffant le carbonate de guanidine pendant trois heures à 180°, a obtenu, à côté de l'amméline, une substance isomère avec la mélamine et qu'il nomme isomélamine. Elle cristallise de l'eau en prismes mal définis; elle est isomérisée en mélamine par les acides forts. A 260°, elle décrépite en passant à la forme plus stable. — M. F. G. Pope montre que la résorcinol-benzéine, préparée suivant la méthode de Doebner, consiste essentiellement en 3-hydroxy-9-phénylfluorone. — MM. A. E. Dunstan, F. B. Thole et P. Benson ont déterminé la viscosité de 93 composés appartenant aux séries homologues des acides gras, des alcools, des éthers méthyliques et éthyliques des acides gras et des éthers du méthyléthylcarbinol, de l'hexane-, de l'heptane-, de l'octane- et de l'undécane-β-ol. Dans chaque série, le logarithme de la viscosité est additif dans certaines limites. — MM. G. T. Morgan et J. Reilly ont préparé une série de sels de 3 : 5-diméthylpyrazol-4-diazonium et leurs dérivés azoïques. — M. D. Segaller a étudié l'influence de divers solvants sur la vitesse de réaction entre le phénate de soude et certains iodures d'alkyle. Cette influence est très grande, mais il n'y a pas de rapport entre la constante diélectrique du solvant et son influence. — MM. Al. Rule et J. S. Thomas ont fait réagir sur l'hydrosulfure de sodium anhydre en solution alcoolique des quantités de soufre correspondant aux di-, tri-, tétra-, penta- et hexa-sulfures. On n'obtient, par concentration, un produit homogène qu'avec les proportions correspondant au tétrasulfure, qui cristallise en cubes brun-jaune. Le disulfure a été obtenu en réduisant les solutions de tétrasulfure avec Na métallique; c'est une poudre microcristalline jaune clair. — MM. J. C. Cain et J. L. Simonsen ont préparé les nitro-acides dérivés des acides 2 : 3-diméthoxybenzoïque et 4-méthoxyphtalique. — MM. G. G. Henderson et I. M. Heilbron montrent qu'on peut facilement distinguer le bornéol de l'isobornéol au moyen de leurs *p*-nitrobenzoates; ils cristallisent de l'alcool, le premier en petites tables lustrées, F. 137°, le second en fines aiguilles, F. 129°. — MM. W.-J. Pope et J. Read ont reconnu que les isomères α et β de la 2 : 5-diméthylpipérazine sont en réalité les isomères *trans* et *cis*. — M. H. K. Sen-Gupta a obtenu, en oxydant par l'acide chromique les anhydrides des 1 : 1-dihydroxydinaphtyldialkylméthanes, des composés colorés cristallisés dont il étudie la constitution. — M. Al. Flecka reconnu que les propriétés du thorium et de l'uranium à l'état quadrivalent sont très analogues; toutefois, ils restent chimiquement distincts et séparables. — MM. A. Holt et N. M. Belt ont étudié le système xylène-alcool-eau, en particulier le déplacement du xylène de ses solutions dans l'alcool par addition d'eau. — M. F. D. Chattaway donne une nouvelle explication de la formation d'acide formique et d'alcool allylique dans l'action de l'acide oxalique sur le glycérol.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Décembre 1913.

1° Sciences physiques. — MM. H. Kamerlingh Onnes et H. A. Lorentz présentent un travail de M. W. H Keesom : *Sur la question de savoir si au zéro absolu l'entropie est modifiée par mélange.* L'entropie d'un mélange contient le terme $-R\Sigma c_i \log c_i$, où c_i est la proportion moléculaire d'un des constituants. D'après le théorème de Nernst, l'entropie d'une substance pure, à l'état dense, s'annule au zéro absolu. Comme on ne voit pas comment le terme ci-dessus peut être compensé, il semble que, dans le cas d'un mélange, l'entropie ne puisse pas s'annuler, ce qui est peu probable. Il est même probable que la compensation se fait déjà à l'état gazeux parfait; c'est effectivement ce qui arrive, ainsi que le prouvent les raisonnements de l'auteur. — MM. J. D. van der Waals et P. Zeeman présentent un travail de MM. Ph. Kohnstamm et K. W. Walsra : *Instruments pour la détermination d'isothermes de gaz jusque vers 3.000 atmosphères.* Description des instruments de mesure de pression et de volume. Pour la mesure des pressions, les auteurs se servent d'un manomètre-balance; pour la mesure des volumes, ils appliquent une modification de la méthode des contacts électriques. — M. F. A. H. Schreinemakers : *Equilibres dans les systèmes ternaires.* XI. Dans les communications précédentes, l'auteur avait toujours supposé que les phases solides étaient des combinaisons ternaires. Il considère maintenant le cas où il se présente un composé binaire. — MM. Ernst Cohen et W. D. Helderman : *L'allotropie du cuivre.* I. Les auteurs ont appliqué au cuivre la même méthode d'examen qu'au zinc (voir le compte rendu de la séance du 29 novembre). Cet examen a révélé l'existence d'un point de transformation à 71°7. La transformation, qui s'effectue très rapidement en présence de métal finement divisé, se fait avec une grande lenteur en masse compacte, ce qui explique comment on a ignoré jusqu'ici que le métal appelé cuivre est un système métastable. — M. Ernst Cohen : *La métastabilité de notre monde métallique comme conséquence de l'allotropie et son importance pour la chimie, la physique et la technique.* Les recherches de l'auteur et de ses collaborateurs ont appris que divers métaux, dont on ne connaissait qu'une seule modification, fournissent deux ou plusieurs formes allotropiques; des recherches ultérieures apprendront s'il en est ainsi pour tous les métaux, ce qui est fort probable. Les métaux, tels que nous les connaissons, sont des systèmes métastables qui ne peuvent être amenés à se transformer rapidement que par certains artifices (division du métal, contact d'un électrolyte); il s'ensuit que les constantes physiques relatives à ces métaux sont mal définies; or, dans ces dernières années, la connaissance de données précises est devenue particulièrement importante. La détermination des constantes des états allotropiques des métaux ouvre au physicien et au chimiste un vaste domaine de recherches. Pour le technicien, cette question est importante au point de vue des alliages. — MM. J. D. van der Waals et A. F. Holleman présentent un travail de M. A. Smits : *L'application de la théorie de l'allotropie aux équilibres de forces électromotrices.* D'après la théorie de l'allotropie, un métal qui se présente dans divers états est formé de diverses espèces de molécules : plongé dans un électrolyte, il émet diverses espèces d'ions. On peut expliquer par là comment, par dépôt électrolytique, on obtient non pas la phase stable, mais la phase métastable; on peut prévoir aussi que, si l'équilibre interne du métal ne s'établit que très lentement, le métal qui se dissout électrolytiquement deviendra plus noble, tandis que le métal déposé le sera moins. On explique aussi pourquoi le contact d'un sel du métal accélère l'établissement de l'équilibre interne. Enfin, l'auteur attire l'attention sur la possibilité que par réduction à

basse température on obtienne des masses métalliques fort instables, présentant une activité chimique anormale (états pyrophoriques, par exemple). — MM. A. J. Holleman et S. Hoogewerff présentent un travail de MM. **J. Böeseken** et **P. E. Verkade** : *Le mécanisme de la formation d'acides à partir d'anhydrides aliphatiques dans un excès d'eau.* Les auteurs ont déterminé, à 0° et à 25°, l'allure de la formation d'acide à partir de quelques anhydrides aliphatiques saturés en présence d'un excès d'eau. Jusqu'aux acides butyriques, c'est une réaction monomoléculaire, à coefficient de température relativement faible. Après élimination de l'influence de la dissociation, les auteurs ont trouvé que la constante d'hydratation diminue à mesure que la masse du groupe saturé augmente et qu'une ramification de la chaîne carbonique saturée a peu d'influence sur cette constante. En général, l'acidification a lieu en deux phases : addition d'eau et décomposition de l'hydrate; pour les acides inférieurs, la première réaction est très rapide, de sorte qu'on n'observe que la seconde. — MM. Ernst Cohen et P. van Romburgh présentent un travail de MM. **H. R. Kruyt** : *Systèmes pseudoternaires d'anhydrides et d'eau. I. Anhydride phtalique.* Lorsqu'on secoue un mélange d'eau et d'anhydride phtalique, on constate pendant longtemps une augmentation de la solubilité, laquelle finit même par dépasser de beaucoup celle de l'acide, après quoi la solubilité diminue et tombe jusqu'à celle de l'acide. L'anhydride est donc plus soluble que l'acide, mais il se transforme en celui-ci et l'on atteint finalement l'équilibre eau-acide. On a donc un système pseudo-ternaire eau-anhydride-acide. Mais, pendant qu'il se sépare de l'acide phtalique, l'équilibre n'est pas invariant comme on aurait pu le supposer. Pour arriver à l'application de ce fait, l'auteur a fait des analyses de solutions et conclut à l'existence d'une sursaturation en acide au voisinage du maximum de solubilité.

2° Sciences naturelles. — M. **L. Bolk** : *A quelle série dentaire les molaires appartiennent-elles?* Dans une communication antérieure (février 1912), l'auteur a montré que la dentition des Reptiles se compose de deux séries, l'une intérieure, l'autre extérieure, à éléments alternatifs, et que la première dentition (dents de lait) chez les Mammifères correspond à la série extérieure des Reptiles et la seconde, permanente, à la série intérieure. L'auteur s'occupe maintenant des molaires. De l'observation de molaires superflues (paramolaires), qui apparaissent à l'extérieur des molaires normales, et des distomolaires (quatrièmes molaires), l'auteur conclut que la première molaire permanente appartient encore à la série extérieure (dents de lait) et les autres à la série intérieure. — MM. L. Bolk et C. A. Pekelharing présentent un travail de M. **A. J. P. van den Broek** : *Sur les sutures et les os du pterion.* L'auteur a comparé 114 crânes au point de vue de la région du ptérion; il expose le résultat de cette comparaison. Quelle est la signification des os de cette région, l'auteur ne saurait le dire, mais il croit pouvoir contredire l'opinion de Ranke, qui les tient pour des formations pathologiques. — MM. C. Eykman et C. H. Spronck présentent un travail de M. **L. K. Wolff** : *Sur la formation d'anticorps après injection d'antigènes sensibilisés.* I. Besredka avait conclu de ses expériences que la sensibilisation des bactéries donne à celles-ci des propriétés qui en font des vaccins sûrs, rapides et durables. Ces conclusions ayant été attaquées par d'autres, l'auteur a voulu se faire une opinion par de nouvelles recherches. Elles n'ont donné aucun résultat net. — MM. F. A. J. C. Went et J. W. Moll présentent un travail de M. **A. H. Blaauw** : *La réaction primaire de la lumière sur la croissance et la cause des courbures positives de Phycomyces nitens.* L'auteur s'est proposé d'étudier systématiquement l'action de lumière sur un organe en voie de croissance, lorsque cette lumière est fournie en quantité déterminée dans toutes les directions. Pour examiner d'abord cette influence sur une seule cellule, l'auteur a fait des observations sur les sporangiophores de *Phycomyces*. Il en conclut que, conformément à la vieille théorie de de Candolle, la phototropie positive résulte d'une inégale modification de la croissance des divers côtés de la cellule, produite par un éclairement inégal. J.-E. V.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 Janvier 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Müller** : Sur les coordonnées tripolaires du plan et un analogue de la transformation de Bonnet.

2° Sciences physiques. — M. **R. Thaller** a cherché à déterminer directement, dans un espace de temps aussi court que possible, la constante du RaD à l'aide d'une méthode de compensation. Le temps de diminution de moitié du RaD à longue vie a été trouvé de 15,83 années. — MM. **A. Skrabal** et **F. Buchta** ont étudié calorimétriquement l'action des iodates sur les iodures en solution acide, ainsi que l'action inverse des alcalis sur l'iode. Les deux réactions sont des phénomènes de temps très accusés.

Séance du 22 Janvier 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Waage** cherche à préciser les limites entre lesquelles on peut inclure la somme des logarithmes naturels de toutes les puissances de nombres premiers jusqu'à une limite x. Il arrive à des limites qui sont à peu près dans le rapport de 23 à 22.

2° Sciences physiques. — M. **A. Lampa** décrit un vibroscope pour l'étude des vibrations des cordes. C'est un disque métallique portant un très grand nombre de fentes radiales étroites séparées par des angles égaux. La corde est disposée parallèlement à une entaille coupant les fentes. Si l'on fait vibrer une corde et qu'on mette le disque en rotation, on observe pour un nombre approprié de tours du disque une ligne ondulée stationnaire en regardant par les fentes vers une surface éclairée. Ce phénomène peut être projeté sur un écran ou photographié. — M. **O. Hönigschmid** a procédé à une revision du poids atomique de l'uranium en déterminant le rapport de UBr^4 sublimé dans un courant d'azote pur à AgBr et à Ag. La moyenne de toutes les déterminations donne $U = 238,175 \pm 0,011$, valeur inférieure d'au moins 0,3 unité à la valeur internationale. — M. **K. Drechsler**, en faisant réagir $AlCl^3$ sur le benzène et le chlorure d'*o*-nitrobenzyle, a obtenu comme produit secondaire de l'Az-phénylanthranyle. — M. **R. Görgey** a reconnu que la polyhalite appartient au système triclinique; tous ses cristaux sont sous forme de mâcles doubles. Ses constantes cristallographiques sont : $a : b : c = 0,9314 : 0,8562$; $\alpha = 92°29'$, $\beta = 123°04'$, $\gamma = 88°21'$. — MM. **H. Mache** et **M. Bamberger** ont déterminé la radio-activité des roches et des sources du tunnel des Tauern et des thermes de Gastein. — M. **R. Klein** montre que la réaction avec l'acide picrolonique permet de déceler microchimiquement la strychnine dans les graines de noix vomique.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Schleidt** déduit de ses recherches sur l'hypophyse chez les mâles à caractère féminin et les femelles à caractère masculin, que c'est la partie interstitielle de la glande germinative mâle et femelle, donc la glande de la puberté, qui règle les échanges de l'organisme de telle façon que la structure normale de l'hypophyse soit maintenue. — M. **C. Toldt** montre l'existence de rapports réguliers entre les bourrelets et les arcs sourciliers et certaines structures du crâne; ceux-ci ont une origine et une importance mécaniques.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 6 30 MARS 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Charles Lauth. — Né à Strasbourg en 1836, Charles Lauth commença par étudier la Chimie à l'Université de sa ville natale, dans le laboratoire de Gerhardt. Nul plus que ce maître n'était qualifié pour inculquer à son disciple les idées nouvelles qui devaient avoir pour conséquence un développement inattendu de la Chimie organique.

Les notions acquises à Strasbourg par Lauth se précisèrent ultérieurement dans le temps qu'il passa, à son arrivée à Paris, en 1862, dans le laboratoire de Wurtz. Plus tard, il devint préparateur de Persoz au Conservatoire des Arts et Métiers, et c'est vraisemblablement à son influence qu'il dut l'orientation de sa carrière, consacrée en majeure partie à la chimie des colorants et aux techniques encore primitives de la teinture et de l'impression.

Un séjour de quelques mois dans une teinturerie, à Lyon, permit à Lauth de se faire une opinion exacte des besoins de cette industrie. Il se trouvait ainsi merveilleusement placé pour prendre une part active au mouvement qui amena la création des matières colorantes dérivées de l'aniline et leur utilisation.

A peine entré dans la maison Depouilly, il publiait, en collaboration avec cet industriel, un procédé de teinture du coton au moyen de la murexide, un mode de préparation d'un violet d'aniline par oxydation de cette base avec l'hypochlorite de chaux et un procédé de formation du rouge d'aniline.

En étudiant l'action des réducteurs sur la rosaniline, Lauth constata que l'aldéhyde en milieu sulfurique donne un bleu magnifique, mais fugace. Cette observation, sans effet pratique, eut cependant comme conséquence la découverte du vert à l'aldéhyde ou vert Usèbe. D'autre part, l'oxydation de la méthylaniline avait fourni à Lauth une matière colorante violette; malheureusement la méthylation de l'aniline, impossible alors sans le concours de l'iodure de méthyle, rendait cette découverte impraticable commercialement, par suite du prix élevé de la matière première.

Plus tard, MM. Poirrier et Bardy ayant pu réaliser industriellement la préparation de la diméthylaniline, Lauth reprit ses essais et découvrit, en suivant une méthode encore en usage de nos jours, le violet de Paris, qui put faire avantageusement concurrence aux violets de Hofmann, obtenus à grands frais par méthylation de la rosaniline.

De ce moment date la collaboration de Ch. Lauth avec la maison Poirrier et Chappat, devenue, dans la suite, la Société anonyme de matières colorantes et produits chimiques de Saint-Denis. Il ne tarda pas à devenir l'un des administrateurs de cette Société et garda ces fonctions jusqu'à sa mort.

Avec Grimaux, Lauth prépara les premières rosanilines benzylées. On doit encore à ces deux savants des travaux sur la chloruration du toluène et des xylènes et un mode de préparation de l'aldéhyde benzoïque.

En 1876 parut le violet de Lauth, premier spécimen des colorants de la série des thiazines, dont la constitution fut établie par Bernthsen, qui donna le mode de préparation actuel du bleu de méthylène, découvert antérieurement par Caro en appliquant la réaction de Lauth à la diméthylparaphénylènediamine.

Dans la production du noir d'aniline, Lauth eut l'idée de remplacer le chlorure de cuivre, qui détériorait les machines et altérait le tissu, par le sulfure insoluble et par conséquent incapable de produire ces effets, tout en étant susceptible de jouer le même rôle que le chlorure par suite de sa transformation progressive en sulfate sur la fibre même. Cette modification, simple en apparence, rendit les plus grands services à l'industrie.

Ses derniers travaux de 1890 à 1904, effectués d'abord au laboratoire de Schutzenberger au Collège de France, puis à l'Ecole de Physique et Chimie, furent encore consacrés aux matières colorantes et à la teinture; mais entre temps il avait été appelé au poste d'administrateur de la Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.

Là son activité se manifesta d'abord par la réorganisation des services, puis par une série de découvertes du plus haut intérêt. En collaboration avec Dutailly, il inventait une nouvelle porcelaine cuisant à 1.300°, dont on put admirer des spécimens richement

décorés à l'Exposition universelle de 1900. A cette occasion, il dut imaginer des moyens de contrôler la température des fours analogues à ceux que Seger vulgarisa dans la suite sous le nom de montres fusibles. Citons encore les recherches sur la porcelaine tendre et sur les couvertes, la production des bleus de grand feu, des rouges de cuivre, des flammés et des céladons. C'est de cette époque que date l'obtention des couvertes cristallisées, si appréciées aujourd'hui.

A la suite de difficultés avec le personnel, Lauth donna sa démission; mais, avant de quitter la Manufacture qu'il avait administrée pendant huit années (1879-1887), il fonda une Ecole de Céramique, qui a formé depuis un certain nombre d'hommes pourvus d'une instruction à la fois scientifique et artistique et préparés ainsi à servir utilement l'industrie.

Cette préoccupation de Lauth de doter son pays d'écoles techniques se trouve exprimée dans son Rapport sur l'Exposition de 1878. Frappé des progrès de l'industrie allemande, il prit l'initiative de demander au Ministre du Commerce la création d'une Ecole nationale de Chimie.

Cet appel ne fut pas entendu; mais Lauth, sans se décourager, s'adressa au Conseil municipal de Paris, dont il avait fait partie, et obtint la création de l'Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielles.

Celle-ci, installée provisoirement dans les bâtiments abandonnés par le collège Rollin, ouvrit ses portes en 1882 à trente élèves formant la première promotion.

Sous la direction de Schutzenberger et de ses éminents collaborateurs, le succès de cette fondation fut rapide et suscita des créations du même ordre dans la plupart de nos Universités.

Le but visé par Lauth était atteint, et cependant il n'hésita pas, à la mort de Schutzenberger survenue en 1897, à prendre la direction de cette Ecole, dont il accentua encore le caractère industriel et qu'il laissa en pleine prospérité à son successeur, M. Haller, quand l'âge l'obligea, en 1904, à se retirer.

Lauth avait été promu commandeur de la Légion d'honneur lors du Cinquantenaire de la Société chimique, dont il suivait régulièrement les travaux et qu'il avait présidée en 1883.

E. Tassilly,
Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris.

§ 2. — Mathématiques.

Le problème de Monge. — Ce problème consiste, rappelons-le, à déterminer la forme la plus générale des systèmes de n fonctions y, z... d'une variable x vérifiant un système de m équations différentielles

$$\varphi_i\left(x, y, z, \ldots \frac{dy}{dx}, \frac{dz}{dx}, \ldots\right) = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

m étant *inférieur* à n, de sorte que le système est indéterminé. Plus spécialement, on se propose d'exprimer y, z,... à l'aide d'une fonction arbitraire u convenablement choisie et de ses dérivées (plus, au besoin, des constantes arbitraires).

On sait que, malgré ce que pouvaient faire supposer le cas de Monge ($n = 2$, $m = 1$) et les cas particuliers (tels que $dx^2 + dy^2 + dz^2 - dt^2 = 0$) traités par M. Darboux et aussi par M. Goursat, M. Hilbert a démontré sur un exemple (celui de l'équation $\frac{dz}{dx} = \left(\frac{d^3y}{dx^3}\right)^2$, laquelle se ramène à la forme (1) avec $n = 3$, $m = 2$), l'impossibilité de résoudre, en général, le problème sous la forme ci-dessus indiquée.

M. Cartan, que ses travaux sur les groupes continus et sur le problème de Pfaff préparaient à cette étude, vient d'aller beaucoup plus loin (*Comptes Rendus* du 2 février). Pour le cas de $m = n - 1$, il obtient la condition nécessaire et suffisante de possibilité.

Le système étant ramené, ce qui est possible, à un système d'équations aux différentielles totales, il part d'une notion à laquelle les théories de Lie conduisent très naturellement, celle du système *dérivé*, formé de certaines combinaisons, convenablement choisies, des équations du système primitif.

Pour que le système donné soit résoluble sous la forme de Monge, il faut et il suffit que, en formant les systèmes dérivés successifs, chacun d'eux renferme au plus une équation de moins que le précédent.

L'auteur a donné quelques exemples géométriques remarquables de problèmes de Monge résolubles. Telle est, en particulier, la recherche, en géométrie non euclidienne, des courbes dont la courbure et la torsion sont liées par une certaine relation linéaire.

§ 3. — Astronomie

Différence de longitude Paris-Bruxelles. — Jusqu'en 1912, la différence de longitude entre l'Observatoire de Belgique et les méridiens fondamentaux de Paris et de Greenwich n'était connue qu'indirectement et avec une précision tout à fait insuffisante, puisque les nombres déduits des diverses mesures présentaient des écarts qui dépassaient $0^s,47$: il était donc indispensable d'en faire une détermination directe, avec les méthodes les plus récentes. On sait, aujourd'hui, que l'on peut atteindre une grande précision dans la comparaison des pendules, en observant les coïncidences entre les battements de ces pendules et les signaux radio-télégraphiques; en outre, il était bon d'apporter un contrôle incontestable en joignant à la méthode de la télégraphie sans fil l'ancienne méthode d'échanges de signaux par la télégraphie ordinaire : l'occasion était même tout à fait favorable pour expérimenter une comparaison entre ces deux points, appliqués d'une façon absolument indépendante l'un par rapport à l'autre.

En raison de la faible distance existant entre les deux stations et à cause de la très grande vitesse de transmission des ondes hertziennes, il a paru absolument inutile d'employer des transmissions partant de chacun des deux points, et l'on s'est contenté de celles partant de la Tour Eiffel. Les observations stellaires et les comparaisons des pendules ont été effectuées par E. Delporte, astronome adjoint à l'Observatoire royal de Belgique, et par E. Viennet, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris. Il avait été convenu que l'on ferait une première série d'observations avec E. Delporte à Uccle, et E. Viennet à Paris, cette série devant comprendre dix séries complètes; on devait ensuite procéder à l'échange des observateurs pour une deuxième série de dix soirées; en réalité, les deux séries ont été respectivement de neuf et onze soirées d'observations.

Le résultat de ces travaux vient de faire l'objet d'un mémoire très détaillé et très important dans les *Annales de l'Observatoire royal en Belgique*, t. XIV. H. Renan décrit avec soin les instruments et méthodes, tandis que E. Viennet et E. Delporte donnent leurs séries, les comparaisons et réductions : le résultat est digne des efforts et de l'habileté des observateurs, puisque, d'une à l'autre méthode, il ne subsiste qu'une différence de 0,010 dans les longitudes relatives des piliers d'observation, et l'on sait la difficulté d'approcher le centième de seconde. Mais, et ceci surtout est fondamental, quelques déterminations successives de longitudes ont permis de codifier un peu les procédés, et ce mémoire actuel paraît être un excellent type, modèle que l'on pourra adopter pour les déterminations ultérieures.

§ 4. — Physique.

Changement d'état solide-liquide à haute pression. — M. W. Bridgman[1] a étudié l'influence de

[1] *Physical Review*, novembre 1913.

la pression sur la température de fusion et la différence de volume entre le liquide et le solide pour les onze substances suivantes : potassium, sodium, acide carbonique, chloroforme, aniline, nitrobenzène, diphénylamine, benzène, tétrachlorure de carbone, orthocrésol et phosphore. Les températures ont varié de 0° à 200° et les pressions ont été portées jusqu'à 12.000 kilogrammes par centimètre carré.

Les courbes de fusion, représentant la température de fusion en fonction de la pression, sont toutes concaves vers l'axe des pressions, l'incurvation devenant moindre aux plus hautes pressions. Ces deux faits, joints à l'équation de Clapeyron, indiquent qu'à des pressions toujours plus hautes, nous ne devons attendre ni un maximum, ni un point critique, mais que, selon toute probabilité, la courbe de fusion continue à croître indéfiniment.

Ces expériences ont en outre permis de constater l'existence de nouvelles modifications allotropiques du solide pour quatre de ces substances. Le benzène et l'orthobenzène ont une nouvelle forme stable à haute pression, le tétrachlorure de carbone et le phosphore ont deux nouvelles formes. L'une des variétés de phosphore se transforme d'une façon réversible avec le phosphore blanc ordinaire dans des conditions déterminées. Mais l'autre est obtenue à partir du phosphore blanc par une réaction non réversible sous de fortes pressions et des températures élevées et est stable dans les conditions ordinaires de température et de pression. Cette nouvelle forme a l'apparence du graphite et a pour densité 2,60.

§ 5. — Électricité industrielle.

Bobines incombustibles. — Les matériaux ordinairement employés pour l'isolement des fils de bobines d'électro-aimants sont principalement le coton, la soie, les vernis ou émails et l'amiante; le coton et la soie ne sont pas aptes à supporter des températures de plus de 30° C.; les vernis des fils dits « émaillés » ne peuvent supporter d'une façon permanente des températures de plus de 120° C.; avec les conducteurs isolés à l'amiante, les températures peuvent être plus élevées, mais ces fils sont encombrants et peu propres à la réalisation d'une bonne construction; pour un fil où le diamètre du cuivre est de 1mm,3, le diamètre total est de 2 millimètres, tandis que pour les fils au coton, à la soie et à l'émail, l'épaisseur de la couche isolante ne dépasse pas les chiffres suivants :

	ISOLEMENT	
	simple	double
	—	—
Coton	0,05 mm.	0,1 mm.
Soie.	0,025	0,035
Email..	0,01	0,02

L'incombustibilité des isolements à l'amiante n'est donc acquise qu'au prix d'un sacrifice relativement important de la capacité des bobines.

L'utilité de réaliser des fils qui fussent capables de supporter des températures élevées a été constatée depuis longtemps.

Déjà en 1883, MM. A. Chertemps et Cie, de Paris, employèrent pour répondre à ce besoin des isolements inorganiques, mauvais conducteurs et non décomposés par la chaleur, comme les argiles, la magnésie, etc.; la couche isolante était obtenue en enduisant le fil d'une solution de l'isolant, puis on faisant sécher pour évaporer l'eau; les fils ainsi produits pouvaient, paraît-il, être portés au rouge; des résultats satisfaisants furent obtenus aussi avec des substances organiques en y ajoutant certains corps contenant de l'acide silicique, de l'acide borique, de l'argile, de la magnésie, etc.

Cette méthode a été reprise en 1900 par M. le Dr V. Reissig, de Munich; après de nombreuses expériences, celui-ci a pu se convaincre que l'oxyde d'aluminium constitue un isolant exceptionnellement avantageux; ces essais ont établi qu'un fil de cuivre d'environ 2 millimètres d'épaisseur, recouvert d'une couche d'argile d'alumine de 0mm,005 d'épaisseur, offre une résistance à l'isolement de 102.000 megohms sous 122 volts, 25.000 megohms sous 245 volts et 8.200-9.000 megohms sous 365 volts; en enduisant un fil d'une suspension d'argile dans le benzol, l'huile de térébenthine ou le sulfure de carbone, puis en évaporant le dissolvant, on obtient un dépôt imperméable, qui supporte sans dommage des températures allant jusqu'à 250° C. (Brevet allemand 131.992).

D'autres méthodes de fabrication des bobines pouvant résister à la chaleur sont basées sur l'emploi de matières isolantes, pulvérulentes ou vitreuses.

En 1905, M. R. Hopfelt a indiqué un nouveau procédé basé sur le principe suivant : comme on le sait, l'aluminium se recouvre, même à la température ordinaire, d'une pellicule de son oxyde d'une épaisseur telle que le métal sous-jacent se trouve protégé d'une façon efficace vis-à-vis des intempéries ou des actions chimiques; lorsque cette pellicule est détruite (par exemple sous l'action du mercure), le métal se trouve à nouveau fortement exposé aux attaques; la pellicule se constitue très rapidement; elle augmente en épaisseur lorsque la température s'élève, sans cependant s'écailler comme cela arrive pour les oxydes qui se forment sur le cuivre lorsqu'on le chauffe; d'après M. Hopfelt, la résistance de cette pellicule est telle qu'une tension de 0,5 volt est nécessaire pour rompre l'isolement. M. Hopfelt a appliqué ce phénomène à la construction d'électro-aimants en fil d'aluminium nu dont les spires se touchent; il a trouvé que le courant envoyé dans une bobine de ce genre parcourt toujours toute la longueur du fil comme si celui-ci était recouvert d'une couche d'isolant ordinaire pour autant que la différence de tension entre les spires voisines ne dépasse pas la tension susindiquée; pour cette raison, tandis que les spires de chaque couche sont simplement isolées l'une de l'autre par la couche d'oxyde, un isolant spécial est intercalé entre les couches superposées; on emploie à cette fin l'amiante, le mica, le presspan ou le papier.

Le procédé Hopfelt (brevet allemand n° 17609) est exploité par l'« Aluminium Spulen und Leitungen Gt » de Berlin. Cette Compagnie s'est beaucoup occupée de le mettre en pratique industriellement; elle a reconnu que les méthodes de bobinage ordinaire ne sont pas applicables avec les fils d'aluminium isolés de la façon qui vient d'être indiquée et elle a réalisé des machines de bobinage spéciales avec lesquelles elle a organisé une fabrication régulière; le mode de bobinage spécial qu'elle applique est d'ailleurs la seule particularité de cette fabrication; l'achèvement des bobines, par exemple (guipage extérieur, imprégnation, séchage), se fait de la même façon que pour les autres bobines.

Des dispositions accessoires peuvent néanmoins être appliquées dans le but d'améliorer le système.

Ainsi, pour augmenter l'isolement, on chauffe la bobine, puis on la soumet à l'action d'une solution susceptible de l'oxyder; l'échauffement chasse l'air et permet donc à la solution de pénétrer profondément sous l'action de la pression extérieure et d'oxyder toutes les parties.

Une autre méthode (Brevet allemand 231.327) consiste à placer la bobine achevée directement dans une solution chaude et à laisser refroidir; avec celle-ci, le résultat est le même qu'avec le système précédent, mais le procédé est plus simple.

La solution peut être telle qu'elle laisse sur le fil un enduit qui protège mécaniquement l'oxyde et, en plus, qu'elle accentue l'oxydation ou concoure elle-même à l'isolement: on emploie, par exemple, des graisses, des huiles, des résines, des peintures à l'état fluide ou semi-fluide, acide, alcalin ou salin; l'enduit peut être obtenu en faisant passer le fil, préalablement oxydé,

et au moment du bobinage, dans un bain approprié (Brevet allemand 254.657).

Un autre procédé, récemment mis au point, donne une pellicule isolante extrêmement résistante : cette pellicule peut supporter sans aucun dommage des températures de 300 à 400° C. et elle résiste remarquablement aux actions mécaniques; la résistance à l'isolement, mesurée entre deux fils toronnés ensemble, est de 1 megohm, et il faut gratter le fil énergiquement pour entamer l'isolement; trempés dans l'eau ou portés au rouge, les fils dont il s'agit conservent leur isolement.

Indépendamment de leurs qualités d'incombustibilité, les bobines d'aluminium ont encore l'avantage d'être très légères (le poids d'une bobine qui, en fils de cuivre, pèserait 27 kilogs, ne dépasse pas 10 kil. 7); cette double propriété leur ouvre des champs d'applications assez variés. Elles sont principalement employées dans la construction (appareils de la Lauchhammer A. G.) des électro-aimants de levage, des électro-aimants de freinage, des souffleurs d'étincelles, des controllers, ainsi que pour les moteurs d'électromobiles, les moteurs de tramway (tramways de Jena, de Chemnitz, de Wurzburg, etc.).

On est également parvenu depuis quelque temps (Brevet allemand n° 220.301) à confectionner des gaines isolantes d'alumine pour les fils de cuivre : les conducteurs de ce genre se composent d'un ruban de cuivre sur les deux faces duquel sont appliquées des feuilles d'aluminium d'environ $0^{mm},25$ d'épaisseur; la feuille d'aluminium qui joue le rôle d'isolant est oxydée électriquement, avant son insertion entre les spires, dans un bain de borate d'ammonium; les bobines confectionnées de cette manière conviennent bien pour les enroulements de champ des dynamos.

Une autre méthode destinée à produire un isolement incombustible sur des fils métalliques quelconques est la suivante (Brevet allemand n° 240.077) : le fil reçoit un guipage de soie ou de coton; on le fait passer dans une masse plastique isolante; on bobine; on met la bobine en place; on surcharge la machine de manière à carboniser l'isolement; il ne reste que la matière plastique inorganique; la compagnie qui applique cette méthode parvient, avec l'isolant qu'elle emploie, à confectionner des bobines qui peuvent supporter une température intérieure allant jusqu'à 150° C.; les vides laissés par la carbonisation des matières organiques permettent au fil de se dilater librement; les fils confectionnés de cette manière sont moins gros que ceux isolés à l'amiante, mais un peu plus épais que les fils d'aluminium à oxydation superficielle[1]. H. M.

§ 6. — Chimie industrielle

L'utilisation rationnelle des vinasses par le procédé Effront. — On a cherché depuis longtemps à traiter les vinasses de distillerie dans le but de récupérer les principes fertilisants qu'elles contiennent et de rejeter les liquides traités sans inconvénient pour l'infection et la pollution des rivières. Les vinasses contiennent des sels de potasse, des matières azotées constituées surtout par la bétaïne et des acides amidés comme la leucine, l'asparagine, l'acide glutinique, etc., et des hydrates de carbone. A l'une des dernières séances de la *Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, M. C. Matignon, après un historique rapide des méthodes de traitement et de récupération déjà proposées, a exposé le problème résolu par M. Effront : trouver des diastases (amidases) capables d'isoler à l'état d'ammoniaque les groupements $Az\,H^2$ des acides amidés. La levure de bière, le ferment butyrique et d'autres microbes de la flore bactérienne du sol, placés dans des conditions convenables : milieu alcalin, matières nutritives appropriées, présence d'alumine, etc., élaborent des amidases qui résolvent le problème. Tout l'azote des acides amidés est transformé en ammoniaque, tandis que les résidus des molécules donnent des acides gras, acétique, propionique, butyrique; la bétaïne fournit la triméthylamine et les mêmes acides.

La vinasse sortant des colonnes à distiller est amenée dans des cuves de fermentation, additionnée de 5 à 7 °/₀ de son volume d'un levain initial, maintenue à 35-40°, neutralisée par la chaux ou la potasse, puis alcalinisée avec cette dernière jusqu'à contenir 15 à 20 centimètres cubes de potasse normale par litre. Comme sels nutritifs et comme adjuvants, on ajoute 10 à 15 grammes de phosphate, 50 à 200 grammes de sulfate d'alumine. Pendant les six premières heures, on aère le moût par un courant d'air; la réaction commence ensuite avec production d'ammoniaque, dégagement de gaz carbonique, d'hydrogène et même de méthane; elle dure environ trois jours; elle est terminée quand le dosage d'ammoniaque montre que la teneur reste stationnaire.

Le liquide soutiré contient de l'ammoniaque, de la triméthylamine, des acides gras, de la glycérine, des acides bibasiques, succinique, malique, tartrique, etc., et de la potasse. Par hectolitre d'alcool, on produit ainsi avec les vinasses de mélasses :

30 kilogs de sulfates d'ammoniaque et de triméthylamine;
30 kilogs d'acides gras organiques;
3 kilogs d'acides bibasiques fixes;
3 kilogs de glycérine.

Après avoir fortement alcalinisé par la chaux ou le carbonate de potasse, on distille les bases, puis on acidule nettement le résidu : les acides passent maintenant à la distillation. Après évaporation complète, il reste dans la matière solide les acides bibasiques et le sulfate de potassium.

M. Effront est arrivé à séparer rigoureusement les deux bases ammoniaque et triméthylamine par une méthode fort élégante reposant sur l'inégalité des fonctions basiques; l'ammoniaque donne aussitôt le sulfate marchand, tandis que l'autre base passe à l'usine à cyanure. Là elle est décomposée à 1.000°, d'après une vieille réaction de Würtz, en acide cyanhydrique et méthane : $(CH^3)^3Az = CAzH + 2CH^4$.

Il est extrêmement difficile de séparer les acides gras du mélange obtenu dans une première distillation. M. Effront a résolu ce problème des plus délicats en déshydratant le mélange par du sulfate d'alumine anhydre qui s'empare de l'eau en formant le sel hydraté fondu, lequel se sépare ensuite complètement du mélange d'acides. Cette utilisation rationnelle des vinasses, tout à fait généralisée, produirait des acides gras en quantités considérables, dépassant notablement la consommation; aussi M. Effront a-t-il cherché et trouvé une transformation permettant de les amener à l'état de produits à pouvoir calorifique élevé, susceptibles d'être consommés dans les moteurs.

En employant le coke pur comme catalyseur, il transforme les acides acétique et propionique en acétone et propione et l'acide butyrique en méthylpropylcétone avec des rendements élevés. Toutes ces nouvelles substances, en dehors des applications spéciales qu'elles pourraient recevoir, auraient une utilisation illimitée dans les moteurs à explosion ou les moteurs du type Diesel appelés certainement à prendre dans l'avenir une importance de plus en plus grande.

Les procédés Effront s'étendent aussi à la tourbe : celle-ci, à l'aide des mêmes ferments, conduit également à l'ammoniaque et aux acides organiques.

§ 7. — Botanique

L'éclairage pendant la nuit des plantes en état de croissance. — On a, à diverses reprises,

[1] B. Duschnitz : *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 novembre 1913, p. 1334.

soumis, pendant la nuit, les plantes en état de croissance à un éclairage intense, afin de rechercher s'il était possible, de cette manière, d'accélérer le développement, d'augmenter le rendement et d'améliorer la qualité du produit récolté. Les expérience faites en Amérique ont, semble-t-il, donné des résultats satisfaisants. En Angleterre, C. W. Siemens a, vers 1880, exposé plusieurs plantes à l'action de la lumière électrique, et en France, P. Dehérain, lors de l'Exposition d'Electricité de Paris, en 1881, a fait des expériences analogues.

Le Professeur Gerlach, directeur de l'Institut Empereur Guillaume d'Agriculture, à Bromberg, a voulu élucider définitivement ce problème en produisant un éclairage intense, soit par de puissantes lampes à arcs (chacune de 1.000 bougies), fournissant de la lumière rouge, dite de Bremer, soit par des lampes à mercure (chacune de 500 bougies), dont la lumière est riche en rayons chimiques actifs. Ces lampes, au nombre de quatre, suspendues à $2^{m},50$ au-dessus du champ d'expérience, pouvaient être déplacées horizontalement le long de fils métalliques, ce qui, grâce à un ajustement trois fois répété au cours de la nuit, permettait d'éclairer partout, d'une lumière uniformément intense, une surface d'une étendue considérable. Grâce à l'emploi de réflecteurs et d'écrans, on pouvait projeter la lumière sur le sol et l'écarter des régions destinées à rester, la nuit, à l'obscurité.

Les expériences d'éclairage, commencées peu de temps après l'ensemencement, ont été continuées toutes les nuits jusque vers la récolte. Chaque lampe éclairait une surface de 5 mètres de diamètre et, comme les lampes étaient disposées deux à deux, une surface double était éclairée par chaque groupe de lampes du même genre.

L'orge, les pommes de terre, la salade et les tomates se sont, grâce à l'abondance des engrais et à l'arrosage répété, développés d'une façon très satisfaisante. Toutefois l'influence de l'éclairage de nuit n'a été nulle part visible à l'œil. Le surcroît de rendement est soit nul, soit insignifiant. L'éclairage n'exerce pas non plus d'influence sensible sur la composition chimique des produits.

Il est possible que l'emploi d'un éclairage considérablement plus intense donnerait des résultats plus satisfaisants, mais, dans ce cas, le bénéfice économique serait probablement illusoire.

A. G.

§ 8. — Enseignement.

La préparation des futurs professeurs de mathématiques des lycées. — La *Revue* a publié l'an dernier[1] le vœu de M. Huard tendant à modifier le régime des diplômes d'études supérieures de Mathématiques, en vue de l'agrégation.

M. le Ministre ayant demandé l'avis des Facultés des Sciences sur ce vœu, les diverses Facultés ont envoyé des réponses concordant, en grande majorité, sur ce point, que, par égard pour la liberté de l'Enseignement supérieur, le régime du diplôme d'études supérieures de Mathématiques ne doit pas être modifié.

Mais, d'autre part, la majorité des Facultés a été frappée par la valeur des arguments produits sur la nécessité de compléter la préparation à l'agrégation dans le sens indiqué par les auteurs du vœu. Elles ont pensé que le but pouvait être atteint par des compléments aux programmes de l'agrégation.

Nous donnons ci-dessous le rapport présenté à la Faculté des Sciences de Paris, les résolutions adoptées, et le programme annexé. Nous espérons pouvoir publier des documents analogues relatifs à d'autres Facultés.

La Rédaction.

[1] Voir la *Revue* du 15 mai 1913, p. 336.

Rapport de la Commission des mathématiques sur le vœu de M. Huard :

Le projet de M. Huard est fort intéressant, et presque tout est à retenir dans son exposé des motifs; mais il ne semble pas que la forme particulière donnée à sa proposition soit acceptable. D'une part, le diplôme a été conçu, dans tous les ordres d'études, comme un examen comportant pour le canditat le maximum de liberté et d'initiative; et l'on propose d'en faire le moins libre de nos examens, à programme imposé par l'Etat à toutes les Universités. D'autre part, le projet de M. Huart ne pourrait être réalisé que moyennant la création d'au moins une maîtrise de conférences de Mathématiques dans chacune des Universités où l'on prépare à l'agrégation. Ce qu'il y a à retenir de ce projet, c'est le desideratum très légitime que des certificats d'Algèbre supérieure soient créés dans un plus grand nombre de Facultés des Sciences; il ne faut cependant pas attacher plus d'importance qu'il ne convient aux sanctions des études d'ordre élevé par des examens scolaires; la meilleure preuve que les études d'Algèbre et de Théorie des nombres sont en honneur dans la patrie d'Hermite, est fournie par des thèses comme celles de M. Chatelet ou de M. Cotty, pour ne citer que les plus récentes.

Pour en revenir à l'agrégation, on doit regretter, avec M. Huard, que les futurs professeurs de Mathématiques spéciales ne soient tenus de connaître, sur bien des parties du programme de cette classe, que ce qu'ils ont appris comme élèves. Ce fait est d'autant plus fâcheux que les besoins des écoles d'ingénieurs ont entraîné dans le programme de spéciales des modifications nécessaires sans doute, mais regrettables au point de vue de la formation mathématique des futurs professeurs.

La conclusion qui nous paraît s'imposer est qu'il faut rédiger un *programme complémentaire de Mathématiques spéciales* (voir ci-après le projet de programme; dans ce projet, on a suivi pas à pas les programmes des classes d'élémentaires et de spéciales et ajouté à chaque paragraphe les compléments nécessaires au professeur, — en laissant toutefois de côté l'Analyse et la Mécanique, pour lesquelles ces compléments font partie des certificats de licence exigés pour l'agrégation; peut-être y aurait-il lieu de revoir à ce point de vue la partie du programme de l'agrégation qui correspond aux programmes de ces certificats).

Ce programme *complémentaire* de Mathématiques spéciales serait, au point de vue de l'agrégation, mis sur le même pied que le programme proprement dit de la classe de spéciales; la réunion de ces deux programmes constituerait *le programme de Mathématiques spéciales de l'agrégation*. Chaque année, comme cela se pratique actuellement, le jury choisirait dans ce programme les parties sur lesquelles pourraient porter l'année suivante les leçons de Mathématiques spéciales; le problème de Mathématiques spéciales donné à l'écrit pourrait porter aussi sur des parties indiquées à l'avance du programme complémentaire.

Il nous semble que les compléments, dont nous sommes d'accord avec M. Huard pour reconnaître la nécessité, sont ainsi mis à leur véritable place, car il s'agit bien de Mathématiques spéciales; ce sont là des matières que traiterait un professeur de spéciales s'il n'avait que des élèves tous très distingués, et s'il se proposait de les développer de son mieux et non de les préparer à un examen.

Nous avons supprimé, dans le programme de M. Huard, les parties trop éloignées des Mathématiques spéciales; pour les maintenir utilement, il eût fallu des intermédiaires très étendus et le programme eût été véritablement trop lourd.

Par contre, nous avons introduit quelques questions qui nous paraissent s'imposer au point de vue même de M. Huard : un professeur peut-il exposer l'algorithme d'Euclide en ignorant les fractions continues; ne doit-il pas savoir ce que signifie l'impossibilité de la quadra-

ture du cercle ; peut-il ignorer tout à fait ce que c'est que le degré d'une courbe gauche algébrique? Est-il admissible qu'il ne puisse être en état de préciser les idées d'un bon élève qui aurait entendu parler par son professeur de philosophie des relations entre les géométries non euclidiennes et les postulats de la géométrie?

Il ne faut pas perdre de vue d'ailleurs que le programme ci-après est un programme *maximum*, dans lequel le jury fera chaque année un choix; on peut espérer néanmoins qu'il sera possible de le traiter entièrement pour les meilleurs candidats et tout au moins à l'Ecole Normale (qui a fourni l'an dernier 14 agrégés de mathématiques sur 18).

En conséquence, nous vous proposons d'émettre le vœu suivant :

Projet de vœu. — L'assemblée de la Faculté des Sciences de Paris,

Vu la dépêche ministérielle du 15 mars 1913 sur le rapport de la Commission des Mathématiques.

Adoptant les considérants de ce rapport,

Emet le vœu que le statut de l'agrégation de Mathématiques soit modifié par l'adjonction de la disposition suivante :

« Le programme de Mathématiques spéciales de l'agrégation est constitué par le programme de la classe de Mathématiques spéciales des lycées, complété par le programme complémentaire ci-après. Chaque année, le jury indique les parties du programme sur lesquelles pourra porter, l'année suivante, la composition écrite de Mathématiques spéciales, et les parties sur lesquelles pourront porter les leçons de Mathématiques spéciales ».

Ce programme complémentaire sera revisé tous les cinq ans par le Conseil supérieur de l'Instruction publique.

Compléments au programme de Mathématiques spéciales de l'Agrégation des Sciences mathématiques.

CLASSES DE MATHÉMATIQUES

ARITHMÉTIQUE

1. — *Après la Théorie des nombres premiers, ajouter*: Notion de congruence; cas où le module est premier; congruence du 1er degré à 1 inconnue. Congruences algébriques à module premier, leur analogie avec les équations. Théorème de Fermat : Notions sur les résidus de puissance par rapport à un module premier.

Périodicité des restes obtenus en divisant les puissances d'un entier par un même diviseur; fractions décimales périodiques.

Fractions continues; analyse indéterminée du premier degré. Fractions périodiques; irrationnelles du second degré

GÉOMÉTRIE

2. — *A l'alinéa : Translation, rotation, symétries, ajouter*: Le groupe des déplacements; sa génération au moyen des symétries.

3. — *A l'alinéa : prisme, etc..., ajouter* : Polyèdres. Formule d'Euler. Ordre de connexion.

CLASSES DE MATHÉMATIQUES SPÉCIALES

ALGÈBRE ET ANALYSE

4. — *Après le chapitre des déterminants, ajouter*: Formes linéaires à n variables.

Substitutions linéaires; leur composition. Groupe linéaire et homogène à n variables. Forme canonique d'une substitution linéaire à 2, 3, 4 variables.

Formes quadratiques à n variables. Décomposition en carrés. Loi d'inertie.

Réduction simultanée d'une forme linéaire et d'une forme quadratique. Réduction simultanée de deux formes quadratiques à 2, 3, 4 variables.

Invariants et covariants de la forme binaire cubique: invariants de la forme binaire biquadratique.

5. — *Au chapitre des équations algébriques (élimination), ajouter* : Elimination entre deux équations algébriques à deux variables; deux courbes algébriques d'ordre m et n se coupent en mn points.

6. — *Après le chapitre des équations algébriques, ajouter* : Théorème de Sturm.

Domaine de rationalité naturel; extension par adjonction d'irrationnelles algébriques; corps algébrique. Irréductibilité. Résolvante de Galois.

Groupes de substitutions à 2, 3, 4 et 5 lettres. Groupe symétrique et groupe alterné de n lettres. Groupes cycliques. Notion de sous-groupe invariant et de groupe simple.

Application de la théorie des groupes de substitutions à la résolution algébrique de l'équation du 3e et du 4e degré et des équations cycliques; inscription du polygone régulier de 17 côtés. Impossibilité de la résolution par radicaux de l'équation générale du 5e degré. Impossibilité de la résolution par radicaux réels de l'équation du 3e degré dans le cas irréductible.

Nombres transcendants : théorème de Liouville. Transcendance de e. Impossibilité de la quadrature du cercle : transcendance de π.

TRIGONOMÉTRIE

7. — *Ajouter* : Triangles sphériques: proportion du sinus. Aire d'un triangle sphérique.

Géométrie sur la sphère et sur la pseudo-sphère; relations avec le postulatum d'Euclide.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE PLANE

8. — *Au chapitre : Courbes définies par l'expression des coordonnées d'un de leurs points en fonction d'un paramètre, ajouter* : Courbes unicursales du 3e et du 4e ordre : hypocycloïde à 3 rebroussements.

9. — *Au chapitre : Courbes définies par une équation implicite, ajouter*: Points singuliers des courbes algébriques : méthode de Puiseux.

Polaires d'un point par rapport à une courbe algébrique.

Formules de Plücker dans le cas où la courbe n'admet que des singularités élémentaires (points doubles à tangentes distinctes, points de rebroussement ordinaires et les singularités corrélatives).

Transformations birationnelles quadratiques du plan.

10. — *Après le chapitre : Courbes du second ordre, ajouter* : Groupe projectif à une et deux variables : transformations homographiques et transformations corrélatives : coordonnées trilinéaires et coordonnées tangentielles. Sous-groupes : groupe linéaire, groupe des similitudes et groupe des déplacements. Classification et formes réduites des coniques étudiées au point de vue de chacun de ces groupes.

11. — *Au chapitre : Rapport inharmonique de quatre points ou de quatre tangentes sur une conique, ajouter* : Les transformations homographiques sur une conique et le groupe projectif du plan qui laisse la conique invariante. Application à l'interprétation cayleyenne de la géométrie plane non-euclidienne : cas hyperbolique et cas elliptique.

Faisceaux linéaires, ponctuels et tangentiels de coniques. Equation en λ, propriétés géométriques des coefficients: coniques homofocales.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE DANS L'ESPACE

12. — *Au chapitre : Coordonnées rectilignes, ajouter* : Les changements de coordonnées rectangulaires et le groupe des déplacements. Le groupe des rotations autour d'un point fixe et le groupe des transformations homographiques du cercle imaginaire de l'infini : formules d'Olinde Rodrigues; composition des rotations.

13. — *Après le chapitre : Surfaces du second ordre, ajouter* : Groupe projectif de l'espace et de ses principaux sous-groupes. Equation tangentielle des quadriques. Faisceaux linéaires, ponctuel et tangentiel, de quadriques ; quadriques homofocales.

Intersection des deux quadriques; cas de décomposition.

Notion de l'ordre d'une courbe gauche en prenant pour exemples la cubique gauche et les deux espèces de biquadratiques.

14. — *Au chapitre : Etude des surfaces du second ordre sur les équations réduites (génératrices rectilignes), ajouter*: Génératrices rectilignes de la sphère. Les coordonnées symétriques sur la sphère et la représentation d'un nombre complexe par la méthode de Riemann. Interprétation du groupe des tranformations homographiques complexes d'une variable complexe, soit sur la sphère, soit dans l'espace qui contient la sphère, soit dans le plan qui est la projection stéréographique de la sphère : le groupe de la géométrie cayleyenne hyperbolique de l'espace et le groupe des transformations circulaires du plan. Sous-groupes: le groupe des rotations et des sous-groupes discontinus; corps réguliers.

Complexes linéaires. Les six coordonnées plückériennes de la droite; droites sécantes. Les six coordonnées homogènes de la sphère orientée : sphères orientées tangentes. Transformation de Lie.

Complexes quadratiques : complexe tétraédral.

LA STÉRÉOAUTOGRAMMÉTRIE

I. — Historique sommaire.

La stéréoautogrammétrie est l'aboutissement actuel de la stéréophotogrammétrie, elle-même application toute récente des principes de la vision stéréoscopique à la photogrammétrie. Celle-ci consiste d'ailleurs, ainsi qu'on le sait, dans la mensuration et la restitution en projection horizontale des objets, à l'aide de leur image photographique.

La topographie stéréoautogrammétrique, qui nous occupera seule ici, est donc le couronnement de la méthode de topographie photographique, dont le père est sans contredit le colonel Laussedat (1819-1907).

En 1854, en effet, celui-ci préconisait l'application à la topographie des perspectives naturelles obtenues à la chambre claire; puis, dès 1859, celle de la photographie, aussitôt que les appareils et les procédés commencèrent à devenir un peu maniables. Depuis 1863 surtout, jusqu'en 1871, avec l'aide de MM. Javary et Galibardy, il exécuta par ses méthodes et avec ses appareils de nombreux levers dont les résultats furent absolument démonstratifs.

Mais c'est seulement depuis 1910 que le Service Géographique français a commencé à étudier pratiquement l'emploi de la photogrammétrie, à laquelle, antérieurement à cette date, il déniait toute importance, ainsi que nous allons le montrer rapidement.

En 1884, vingt ans après les travaux de Laussedat, on trouve ce qui suit dans le « Cours de topographie de l'École d'application de l'Artillerie et du Génie », pépinière de nos officiers topographes (*Méthode de levers-Levers de reconnaissance*, par le colonel Romieux, dans un appendice faisant suite aux levers par les perspectives et à l'étude de l'orographe Schrader) :

« La photographie ne fournira de résultats équivalents que lorsque la possibilité d'obtenir en peu de temps et à la station même une épreuve sur laquelle on puisse dessiner, permettra de *ne demander à la chambre noire que ce dont elle est capable, c'est-à-dire un canevas rapide et exact d'une interprétation intelligente.* »

En 1899 encore, dans un ouvrage officiel publié par le Service Géographique de l'Armée : *La Carte de France (1750-1898). Étude historique*, par le général Berthaut, on trouve la conclusion suivante :

« On ne doit donc regarder l'emploi de la photographie que comme un *aide utilisable à l'occasion* et non comme un moyen appelé à remplacer les méthodes régulières. » (p. 321).

Or, à cette époque, l'Institut Géographique Militaire autrichien, après avoir consacré les années de 1891 à 1894 à l'expérimentation de la méthode Laussedat, l'avait adoptée définitivement, depuis 1895, pour toutes les régions favorables et avait déjà cartographié par cette méthode environ 400 kilomètres carrés au 1/25.000, à l'allure moyenne de 120 kilomètres carrés par an, qu'il allait porter à 180 ou 200, à partir de 1900.

En 1911, dans les *Éléments et principes de la Topographie*, par le colonel Crouzet, ouvrage imprimé également par le Service Géographique de l'Armée, voici comment s'exprime l'auteur dans un chapitre de *deux* pages sur la Stéréophotogrammétrie :

« La grande différence entre la phototopographie et la stéréophotogrammétrie tient à ce fait essentiel qu'avec la seconde les bases sont beaucoup moins longues qu'avec la première. C'est un avantage très sérieux dans certains cas, mais c'est aussi un grave défaut que l'on ne peut se dissimuler, parce que *c'est la violation d'un principe de la méthode en géométrie appliquée, consistant à éviter les agrandissements exagérés, ou, ce qui revient au même, les intersections sous des angles trop aigus.*

« *Une sujétion importante est celle qui oblige à tenir les glaces dans le même plan vertical, et c'est elle qui limite la longueur des bases.*

« Un des protagonistes de l'emploi de la photographie a comparé avec raison la stéréophotogrammétrie à « la méthode des parallaxes dont les astronomes sont *bien obligés (sic) de se contenter*[1] »; il est impossible d'avouer plus franchement que c'est *un pis-aller*, mais qui naturellement trouvera des emplois utiles dans des cas exceptionnels » (p. 256).

Et plus loin, comme conclusion :

« Nous nous sommes un peu étendu sur cette discussion, *parce qu'en France la question de la photographie a fait beaucoup trop de bruit par la faute de certains de ses protagonistes.* Du fond de leur bureau, d'aucuns, « persuadés que la photographie peut être utilisée à peu près dans toutes les circonstances où l'on a besoin de reconnaître ou d'étudier le terrain », ont décrété que les vieux procédés avaient fait leur temps et que seuls « les tardigrades, les sceptiques, les gens de parti pris plus ou moins désintéressés », pouvaient faire obstacle à ce mouvement. Ces aménités, et l'on est allé beaucoup plus loin vis-à-vis de contradicteurs qui n'étaient plus là pour riposter, ne pouvaient que nuire à une cause au service de laquelle

[1] Laussedat : *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques*, t. II, 2e partie, p. 209. (Note de l'auteur cité.)

on paraissait n'avoir pas de meilleurs arguments. Heureusement, que d'autres mieux avisés, plus pratiques, et par suite plus autorisés, ont réagi sans bruit contre ces manifestations tapageuses et ont délimité exactement le champ d'action efficace des moyens nouveaux, en quoi ils ont rendu un très réel service [1].

« Partout où les procédés anciens peuvent être mis en œuvre, l'avantage leur reste et jusqu'ici, *rien* [2], dans leur domaine, ne peut rivaliser avec eux *à aucun point de vue* [3], mais on connaît certains cas exceptionnels où l'on sera trop heureux d'employer la photographie, et cela suffit pour que l'on se tienne au courant de la pratique de ce moyen. » (p. 259).

Nous montrerons que la « sujétion » dont parle l'auteur n'existe plus depuis 1909 et surtout que la limitation de la longueur des bases, loin d'avoir été imposée par cette prétendue sujétion, comme il le croit, a été au contraire *le but et le progrès recherchés* par les créateurs de la nouvelle méthode, Pulfrich et von Hübl, en profitant pour cela de la précision extrême des intersections *stéréoscopiques*.

Enfin, l'auteur croit que les deux stations doivent être au même niveau (p. 255), ce qui est absolument inexact, et surtout il passe complètement sous silence, comme on le verra, la différence réellement fondamentale et qui est en même temps un progrès capital par rapport à l'ancienne photogrammétrie, c'est-à-dire la *suppression de l'identification des points* sur les épreuves photographiques.

Il semble donc ignorer tout des *publications antérieures* et très précises sur tous ces points de l'Institut Géographique Militaire autrichien (nos 2, 3, et 4 de la petite bibliographie ci-après, p. 226).

Ajoutons enfin que le stéréoautographe Orel était connu depuis 1908 par trois publications de son auteur, savoir : en 1908 et 1909 dans l'*Internationales Archiv für Photogrammetrie*, et en 1910 dans les *Petermanns Mittheilungen*.

En 1912 enfin, dans un autre ouvrage imprimé par le même Service, sous le titre : *Connaissance du terrain et lecture des cartes*, par le général Berthaut, ouvrage d'ailleurs extrêmement intéressant, instructif et documenté, on trouve encore cette réserve : « Nous ne pouvons pas discuter ici la question *si controversée* de l'emploi des perspectives et en particulier des perspectives photographiques pour la construction des cartes. » On remarquera qu'à ce moment (mai 1912), l'Institut Géographique Militaire autrichien avait levé 4.900 kilomètres carrés environ par la photogrammétrie, dont 2.370 par la seule stéréophotogrammétrie (perfectionnement récent et essentiel de la précédente), cartographiés au stéréoautographe Orel, et que tous ces travaux de l'Institut de Vienne avaient fait l'objet de publications complètes et détaillées, comme on le verra par la courte bibliographie que nous donnons ci-après.

Toutefois, en 1911, le distingué chef de la Section topographique, colonel Vidal, partisan convaincu de cette méthode, avait décidé le Service géographique de l'Armée à acquérir un « stéréo-comparateur » Pulfrich et, depuis cette époque, le nouveau procédé a été soumis à une expérimentation continue, sous l'active impulsion de l'éminent directeur actuel du Service Géographique, le général Bourgeois, et de son sous-directeur, le colonel Vidal. Les résultats ont été absolument convaincants et, à l'heure actuelle, le Service Géographique a décidé l'acquisition d'un « stéréoautographe » d'Orel, appareil génial qui, ainsi qu'on le verra plus loin, ouvre vraiment à la topographie photographique des perspectives illimitées et lui donne, en tout cas, la première place dans les méthodes de lever en terrain accidenté des grands Instituts Géographiques.

En raison de cet ostracisme officiel prolongé, on trouve à citer en France peu de travaux pratiques de photogrammétrie réellement importants, en dehors de ceux de MM. Joseph et Henri Vallot.

Ceux-ci entreprirent, en effet, vers 1892, les opérations de triangulation du massif du Mont Blanc qui devaient servir de base à leur carte au 1/20.000 de cette région, œuvre considérable, exécutée ensuite en grande partie par la méthode photogrammétrique et encore en cours d'exécution à l'heure actuelle, mais dont M. H. Vallot a déjà publié, en 1907, une feuille provisoire, mais très remarquable, celle relative à la région aval de la vallée de Chamonix.

Citons encore la belle carte des régions glaciaires du massif des Grandes-Rousses, au 1/10.000 (15 à 20 kilomètres carrés), publiée en 1908 par le Ministère de l'Agriculture, dressée par MM. Flusin, Jacob, Lafon et Offner, à la suite de leurs levers exécutés en 1905 et en 1906. Toutefois, l'ancien procédé de Laussedat y a été utilisé seulement pour la restitution des parties glaciaires inabordables, le travail étant surtout appuyé sur un lever tachéométrique régulier, rattaché au réseau géodésique de M. Helbronner (1.300 visées tachéométriques contre 200 points photographiques restitués).

A l'étranger, par contre, la méthode de Laussedat s'était répandue extrêmement vite, car elle avait provoqué à un haut degré l'intérêt des Services officiels, particulièrement en Allemagne, en Autriche, en Italie, au Canada, aux Indes anglaises,

[1] H. et J. Vallot : *Applications de la photographie aux levers topographiques en haute montagne*, Paris, Gauthier-Villars, 1907. (Note de l'auteur cité.)

[2] En italiques dans le texte.

[3] En italiques dans le texte.

etc. Il serait impossible de citer, même sommairement, tous les travaux théoriques et pratiques ainsi exécutés dans ces pays; mais nous allons voir que c'est en Allemagne, puis en Autriche, que devaient se réaliser les progrès décisifs, non seulement dans les instruments, mais dans les principes mêmes.

Dès 1893, un ingénieur de Charlottenburg, Hector de Grousilliers, dont nous sommes heureux de trouver le nom français à l'origine de la voie nouvelle et triomphale dans laquelle allait s'engager la méthode de Laussedat, imaginait le principe si fécond du télémètre stéréoscopique, qui fut le point de départ des travaux du Dr Pulfrich, associé scientifique des Etablissements Zeiss, à Iéna.

Celui-ci, en effet, parvint tout d'abord, vers 1898, à réaliser pratiquement le « stéréotélémètre » de Groussilliers et fut ainsi conduit à étudier l'emploi des clichés stéréoscopiques en photogrammétrie. C'est ainsi qu'il arriva à la conception, puis à la réalisation pratique, vers 1900, de l'appareil de mensuration précise de ces clichés, le « stéréocomparateur », qui devait assurer le triomphe définitif et incontesté de la photographie topographique. C'est donc, en somme, Pulfrich qui est le créateur de la stéréophotogrammétrie.

Dès 1891, d'autre part, l'Institut Géographique militaire autrichien avait commencé l'étude de la méthode photogrammétrique de Laussedat et en avait reconnu très rapidement toute la valeur.

Depuis 1894, grâce à l'ardente initiative du chef de la Section topographique de cet Institut, le général, alors colonel, von Hübl, il l'avait adoptée définitivement pour les travaux en haute montagne.

De 1899 à fin 1904, il avait déjà cartographié, par ce procédé, 1.278 kilomètres carrés dans les régions montagneuses du Tyrol autrichien. En 1903, l'Institut faisait l'acquisition du premier modèle de stéréocomparateur de Pulfrich et soumettait la nouvelle méthode à une étude approfondie, dont les résultats furent si convaincants, que le général von Hübl décida d'appliquer la stéréophotogrammétrie conjointement à l'ancienne photogrammétrie, de telle sorte que, de 1905 à 1907, 1.270 kilomètres carrés étaient cartographiés par les deux méthodes employées simultanément.

On voit donc que c'est au général von Hübl que revient le mérite inestimable d'avoir fait passer la nouvelle méthode du domaine de la théorie à celui de la pratique.

D'autre part, dès l'apparition du stéréocomparateur, la Landesaufnahme du Grand État-Major de Berlin avait créé une Section de stéréophotogrammétrie et, depuis cette époque, la triangulation de détail du Sud-Africain allemand est exécutée par ce nouveau procédé.

Enfin, en 1908, un officier de l'Institut Géographique Militaire de Vienne, le capitaine, alors lieutenant, E. von Orel, imaginait et faisait construire un premier modèle de dispositif mécanique de report automatique qui, combiné avec le stéréocomparateur, constituait l'extraordinaire « stéréoautographe » d'Orel.

Le dernier modèle de cet appareil permet la construction automatique de la carte s'exécutant non plus point par point, mais d'une façon continue, c'est-à-dire que le crayon, relié au microscope binoculaire à l'aide duquel l'observateur examine les clichés stéréoscopiques, trace sur le plan, automatiquement et sans calcul, la projection horizontale de toutes les lignes du terrain et en particulier, chose merveilleuse, les courbes de niveau successives de toutes les régions vues dans la paire de clichés, avec leurs moindres sinuosités et à l'équidistance exacte que désire l'opérateur, et cela jusqu'à une distance qui atteint 16 kilomètres à l'échelle du 1/25.000, avec une précision graphique de l'ordre du 1/10 de millimètre et une vitesse qui varie de 2 à 5 millimètres par seconde.

M. von Orel a fondé en 1912, à Vienne, une Société privée, « La Stereographik », qui, à l'aide de son appareil, a déjà exécuté de très nombreux levers de précision, soit à grande échelle, spécialement au 1/1.000 pour l'industrie privée (projets de chemins de fer, de canaux, de barrages, de conduites forcées, etc.), soit aux échelles moyennes, telles que la carte du massif du Dachstein au 1/25.000 pour le Club Alpin autrichien. Enfin, le Brésil, la République Argentine et la Norvège viennent d'adopter le stéréoautographe Orel pour les levers de leurs cartes officielles et vont être suivis par la Russie, l'Italie et la Suisse.

Le but de cette étude est de montrer comment ces résultats extraordinaires sont obtenus, c'est-à-dire d'exposer les éléments de la méthode stéréoautogrammétrique, de décrire les principes des instruments employés, leur fonctionnement et leur mode d'emploi et enfin, par l'exposé des résultats pratiques obtenus actuellement, de prouver que la stéréoautogrammétrie constitue vraiment un progrès capital dans la topographie et la cartographie.

Toutefois, en raison de la place limitée dont nous disposons, il sera impossible d'entrer dans les détails; il nous faudra nous borner à un exposé très sommaire, renvoyant le lecteur désireux d'approfondir la question aux sources, dont on trouvera une bibliographie très complète, pour l'époque comprise de 1900 à 1911, dans le très intéressant travail du Dr Pulfrich, intitulé : *Stereoskopisches Sehen und Messen* (G. Fischer, Iéna, 1911). On constatera que, parmi les 276 publications qui figurent dans cette bibliographie, 23 seulement sont en langue française, dont 11 dues au colonel

Laussedat, et l'on se souviendra, peut-être alors avec quelque étonnement, de cette phrase d'un auteur précédemment cité : « En France, la question de la photographie a fait beaucoup trop de bruit. »

Nous citerons toutefois les publications fondamentales suivantes auxquelles nous avons, d'ailleurs, beaucoup emprunté :

1° Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques » (t. II, 2e partie), 1903, publié par le colonel Laussedat, quelques années avant sa mort. C'est le premier ouvrage qui a fait connaître au lecteur français, et cela d'une façon très complète pour cette époque, cette nouvelle méthode. Il n'a d'ailleurs, ainsi qu'on l'a vu, à peu près rien été publié chez nous depuis cette date;

2° « Die Stereophotogrammetrie », par le colonel von Hübl (*Mitteilungen des K. u. K. militärgeographischen Institutes*, XXII Band), 1903;

3° « Die stereophotogrammetrische Terrainaufnahme », par le même (même périodique, XXIIIe volume), 1904;

4° « Beiträge zur Stereophotogrammetrie », par le même (même périodique, XXIVe volume), 1905;

5° « Der Stereoautograph als Mittel zur automatischen Verwertung von Komparatordaten », par le lieutenant E. Ritter von Orel (même périodique, XXXe volume), 1911;

6° « Uber die Anwendung des stereoautographischen Verfahrens für Mappierungszwecke », par le même (même périodique, XXXIe volume), 1912.

II. — La méthode photogrammétrique de Laussedat.

Elle consiste tout d'abord à mesurer, soit directement, soit à l'aide d'une triangulation, une base orientée à peu près parallèlement au terrain à lever, puis, de chacune des extrémités de cette base et à l'aide d'une chambre photographique spéciale, le « photothéodolite », à prendre des clichés du terrain, les axes optiques de la chambre étant, dans chacune de ces deux stations, simplement maintenus horizontaux et pointés à peu près sur la région centrale du terrain à lever.

Le travail de construction du plan comporte ensuite les opérations suivantes : tirage en positif sur papier des deux clichés négatifs; tracé, sur ces deux épreuves, des traces du plan horizontal et du plan vertical passant par l'axe optique; identification pour chaque point à construire de ses deux images sur les épreuves; enfin, mesure de l'abscisse et de l'ordonnée ox et oy de chacune de ces deux images par rapport aux deux axes précédemment tracés (fig. 1).

La base SS' (fig. 2) ayant été, d'autre part, reportée à l'échelle sur le plan, on trace en chacune de ses deux extrémités ou stations la direction AS et A'S' qu'y occupait l'axe optique de la chambre, et, sur cette direction et à une distance de chacune de ces stations OS = O'S' égale à la distance focale du photothéodolite, on élève une perpendiculaire

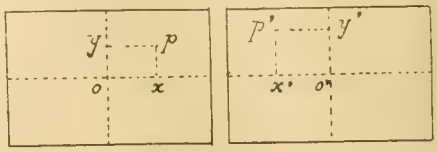


Fig. 1.

à cet axe. Après quoi, à l'aide des abscisses ox et $o'x'$ mesurées précédemment sur les épreuves, on construit la direction allant de chacune des deux stations vers le point identifié. Leur intersection est la projection horizontale P du point, dont l'altitude est ensuite calculée très simplement à l'aide de l'une des ordonnées oy ou $o'y'$ mesurées sur les épreuves et de la distance focale f.

On voit que la méthode photogrammétrique revient simplement au procédé classique d'intersection des « levers à la planchette », avec cette différence que l'on opère non sur des points du paysage, mais sur des points d'images photographiques.

La précision dans la position du point obtenu dépend donc essentiellement de la grandeur de l'angle d'intersection des rayons construits et par suite de la grandeur de la base; mais on est limité

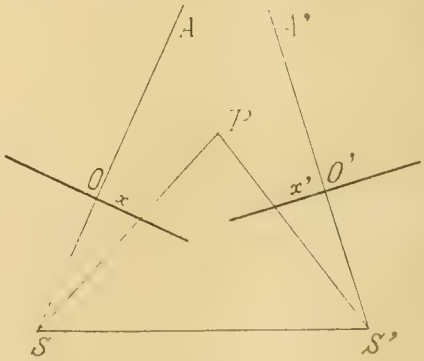


Fig. 2.

dans cette voie d'abord par la nécessité d'avoir la plus grande étendue possible de paysage commune aux deux clichés, ensuite et surtout par la difficulté très rapidement croissante de l'*identification des points* communs aux deux épreuves, points dont les deux images deviennent de plus en plus différentes, et partant de plus en plus difficiles à reconnaître, à mesure qu'elles proviennent de stations plus éloignées l'une de l'autre.

Il est donc impossible d'opérer avec des bases longues; d'autre part, avec des bases courtes, il serait nécessaire d'augmenter beaucoup la précision du tracé des rayons pour compenser la faiblesse de l'angle d'intersection; mais cela aussi est impossible, puisqu'on ne peut, la plupart du temps, identifier avec assez de précision, sur deux épreuves photographiques prises de deux stations même rapprochées, non plus un même objet, mais un même point d'un objet. Il le faudrait pourtant pour qu'on pût en mesurer l'abscisse à un centième de millimètre ou à une fraction de minute près, en admettant même que l'on utilisât des clichés parfaits et que l'on remplaçât la mesure des coordonnées sur l'épreuve par une mesure angulaire exécutée sur le négatif original, puis que l'on déterminât les points, non plus par une intersection graphique, mais par le calcul.

Il faut dès lors se contenter de bases moyennes donnant des angles d'intersection voisins de 30°.

En fait, la difficulté du travail d'identification des points des images est telle qu'il est nécessaire, bien souvent, d'utiliser, à titre de contrôle, une troisième image prise d'une troisième station, fournissant une troisième direction pour chaque point. Enfin, ce travail ne peut être exécuté que par un opérateur connaissant parfaitement le terrain du lever, c'est-à-dire par celui-là même qui a pris les clichés.

Il faut ajouter qu'il est indispensable, la plupart du temps, de travailler sur des épreuves *positives* sur papier, afin de faciliter ce travail d'identification, ce qui contribue à augmenter l'imprécision de la construction; et, pour la même raison, de n'employer que des clichés excellents au point de vue de la netteté et de la vigueur, les autres étant généralement inutilisables. En outre, il est impossible d'appliquer la méthode à des terrains sans détails nets, tels que les prairies, les bois, les glaciers, les névés, ou à des terrains très fuyants par rapport au spectateur, puisque leurs détails se projettent les uns derrière les autres et ne peuvent s'identifier d'une station à l'autre.

Enfin, on conçoit que la distance des points à lever ne peut être grande, car il devient rapidement impossible de les identifier et en tout cas d'effectuer sur leurs images, de plus en plus floues avec la distance, les mesures dont la précision devrait, au contraire, augmenter avec cette distance, en raison de la petitesse croissante de l'angle d'intersection.

En fait, la distance moyenne normale est de 3 kilomètres et on ne dépasse pas 6 kilomètres. Aussi le rendement moyen d'une station est-il, *au plus*, de 2 kilomètres carrés par station au 1/25.000.

On voit donc que malgré ses grands avantages, surtout en pays de haute montagne, où les anciens procédés sont presque inutilisables et ne donnent, malgré des fatigues extraordinaires, que des résultats insuffisants, la méthode photogrammétrique présentait des inconvénients assez graves qui en restreignaient l'application; mais toutes ces difficultés ont été, ainsi qu'on va le voir, complètement aplanies par la méthode stéréophotogrammétrique.

III. — Les principes de la stéréoscopie.

Le procédé stéréophotogrammétrique est fondé sur une propriété de l'œil, la vision stéréoscopique, dont nous rappellerons très sommairement les principes.

Soient T et T′ (fig. 3) deux tableaux situés dans

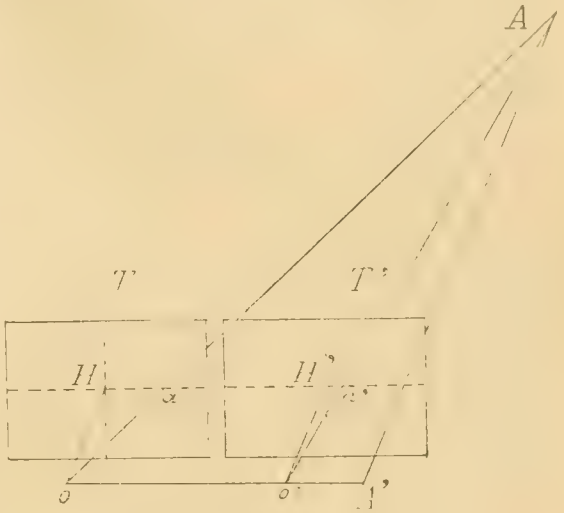


Fig. 3.

un même plan vertical et parallèles à la ligne horizontale qui joint les yeux de l'observateur OO′. Soient OH = O′H′ la distance des yeux aux tableaux; HH′ la ligne d'horizon commune aux deux tableaux. Si A est un point du paysage situé dans le plan de l'horizon, *a* et *a′* seront les images de ces points sur chacun des tableaux et il est facile de calculer l'écartement *aa′* de ces deux images à l'aide des longueurs OO′, OH et de la distance AA′ de A à la droite OO′.

On démontre facilement que tous les points du plan vertical parallèle à celui des tableaux (ou *plan de front*) passant par A donnent sur ces tableaux deux images dont l'écartement est constant et précisément égal à *aa′*.

Au contraire, tout point d'un *plan de front* plus rapproché donne des images dont l'écartement sera plus petit que *aa′*, et inversement pour les points des plans de front plus éloignés.

Soient maintenant (fig. 4) TT′ la trace du plan

des tableaux sur le plan horizontal passant par les yeux O et O′, OT et O′T′ les perpendiculaires abaissées de O et de O′ sur ces traces, A la projection horizontale d'un point. Soient encore D la distance de A à OO′, e l'écartement des yeux, d la distance OT = O′T′. Soient enfin a et a' les inter-

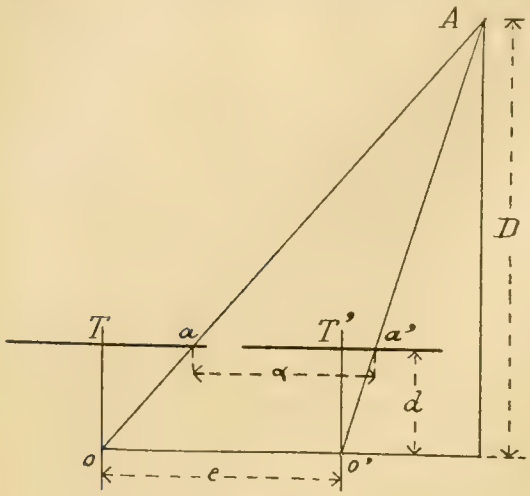


Fig. 4.

sections des droites AO et AO′ avec la trace TT′, c'est-à-dire les projections horizontales des deux images de ce point, et enfin α la longueur aa' que l'on appelle quelquefois la « parallaxe linéaire ou stéréoscopique » du point A (mais nous réserverons cette dénomination pour la différence Ta — T′a').

On a :

$$\frac{D}{e} = \frac{D-d}{\alpha} \quad \text{et} \quad \alpha = e\,\frac{D-d}{D}.$$

Or, d n'est autre chose que la distance de la vision distincte, soit $0^m,25$ environ. $\frac{D-d}{D}$ est donc très voisin de l'unité pour tout objet du paysage, de sorte que $e - \alpha$ est toujours très petit et s'annule pour les objets lointains.

L'effet ou la vision stéréoscopique consiste dans la perception de la valeur de cette différence $e - \alpha$, perception qui se traduit pour l'observateur par la sensation de la distance relative de l'objet correspondant, c'est-à-dire par la sensation de « profondeur » ou de « relief » du paysage.

On désigne d'ailleurs sous le nom de « parallaxe angulaire » du point A l'angle OAO′. L'expérience a montré que, pour des yeux normaux, la distance pour laquelle cette sensation de relief cesse correspond à une parallaxe angulaire de trente secondes sexagésimales environ et ne dépasse donc pas, pour un écartement moyen des yeux $e = 65$ millimètres, 750 mètres; certains observateurs arrivent à des parallaxes angulaires de moins de dix secondes, c'est-à-dire que leur perception du relief s'étend jusqu'à 1.200 ou 1.500 mètres.

Mais on voit que la grandeur α est proportionnelle à la valeur de e et, d'autre part, on voit également que, si les yeux de l'observateur sont munis de verres grossissants, l'effet stéréoscopique est augmenté proportionnellement au grossissement G de ces lentilles, puisque les images rétiniennes et les différences de directions parallactiques sont agrandies dans ce rapport.

Il est donc possible de reculer artificiellement les limites de la perception de la profondeur et surtout d'effectuer sur des images stéréoscopiques des mesures de parallaxe angulaire beaucoup plus petites que celles indiquées plus haut.

Pour augmenter artificiellement l'écartement des yeux e, il suffit de placer devant chaque œil le système bien connu de deux prismes à réflexion totale utilisé dans les jumelles stéréoscopiques Zeiss, que l'on peut remplacer, pour la démonstration, par deux miroirs, comme le montre la figure 5.

Pulfrich a appelé « effet de relief total » l'expression $G\frac{E}{e}$, G étant le grossissement des objectifs O et O′, E leur écartement et e celui des yeux o et o'.

Dans tout ce qui précède, on a supposé l'examen

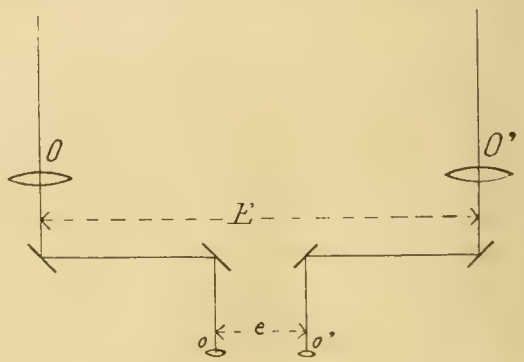


Fig. 5.

du paysage naturel à l'aide soit des yeux, soit d'une jumelle stéréoscopique; le même raisonnement s'applique immédiatement à l'examen, par les mêmes moyens, non plus de la nature, mais d'images photographiques.

Mais, dans ce cas, on voit immédiatement que l'impression de relief peut être portée à une distance quelconque, puisqu'ici l'écartement des yeux est remplacé par l'écartement des objectifs de la chambre photographique, lors de la prise de chaque cliché, écartement qui peut être aussi grand qu'on le désire.

Il suffit ensuite d'examiner les positifs résultants avec le dispositif binoculaire, bien connu sous le nom de stéréoscope, pour percevoir un relief dont

le rapport à celui qu'on aurait eu en examinant à l'œil nu le même paysage, est égal à $\frac{GE}{e}$, G étant le grossissement des lentilles du stéréoscope, E l'écartement des deux objectifs de la chambre, c'est-à-dire la distance des deux stations de cette chambre lors de la prise des clichés, et e l'écartement des yeux; en un mot, pour l'observateur, le relief est le même que pour un géant dont les yeux seraient précisément écartés de cette distance E et auraient, en outre, un grossissement égal à G.

On voit que l'on peut ainsi percevoir et, si l'appareil s'y prête, mesurer des parallaxes angulaires extrêmement faibles, bien inférieures à la seconde centésimale. Ainsi, en photographiant la planète Saturne à un jour d'intervalle, c'est-à-dire aux deux extrémités d'une base dont la longueur nette est de 1.730.000 kilomètres, on a obtenu une vue stéréoscopique sur laquelle on voit nettement la planète avec ses satellites suspendue dans l'espace, *en avant* du fond plan des étoiles fixes.

On notera en passant que, si la largeur des clichés dépasse l'écartement des yeux, c'est-à-dire si leur format dépasse 8/9, il suffit de munir chaque oculaire du stéréoscope d'une paire de prismes à réflexion totale, remplissant, comme nous l'avons vu plus haut, le même rôle qu'une paire de miroirs parallèles. On peut alors écarter à volonté les clichés l'un de l'autre et par conséquent employer des formats quelconques.

Ceci posé, nous supposerons que les clichés ont été pris aux deux extrémités d'une base de longueur B, et dans une position telle que les axes optiques de la chambre étaient horizontaux, parallèles entre eux et perpendiculaires à la base. C'est ce qu'on appelle le « cas normal » en stéréophotogrammétrie.

Soient *oo'* (fig. 6) les oculaires, OO' les objectifs, FF' les foyers du stéréoscope, TT' les deux diapositives mises en place dans le stéréoscope.

Supposons qu'on ait disposé aux points F et F' deux traits de repère dont l'un, le trait de droite F', est susceptible de se déplacer latéralement dans le plan focal de droite. Dans ces conditions, on voit que, lorsque le trait de repère de droite est exactement en F', ces deux traits coïncident avec les images focales que fournirait un point unique du paysage stéréoscopique, situé à l'infini. Aussi l'observateur, au lieu de deux traits de repère, n'en voit-il qu'un, mais qui lui semble à l'infini.

Si maintenant on déplace le trait de repère de droite latéralement, de façon à l'amener par exemple en F'', il coïncide, dans cette position, avec l'image de droite que fournirait un point A du paysage stéréoscopique situé encore sur la droite OM dans la diapositive de gauche, mais à la distance finie AO de l'objectif O ou, ce qui revient au même, de la base B.

L'observateur voit donc toujours un seul repère suspendu dans l'espace, mais cette fois à une distance finie et bien déterminée.

Dès lors, si, sans plus toucher au repère de droite, on déplace, à l'aide de deux mouvements rectangulaires d'ensemble, la paire de plaques dans son plan, on constate immédiatement que chaque fois que l'image d'un point du paysage stéréoscopique, situé précisément à cette distance

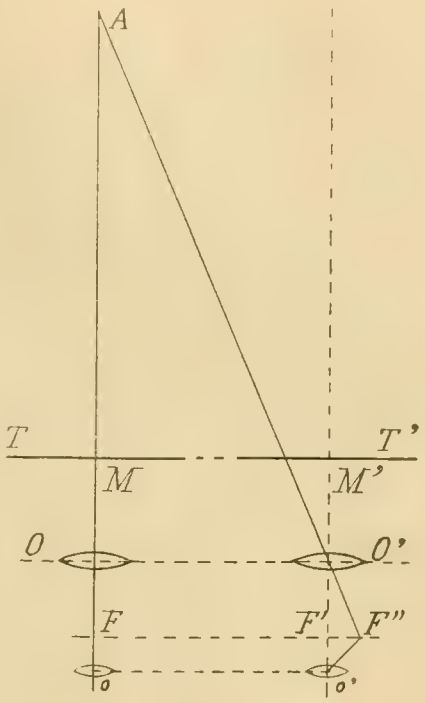


Fig. 6.

de la base, vient à coïncider avec cette image fictive du repère, l'observateur a l'impression très nette d'un véritable contact matériel du sol avec le repère aérien : il sent qu'il *touche* le terrain.

On comprend maintenant qu'en combinant ce déplacement d'ensemble des deux plaques avec le déplacement du trait de repère F', c'est-à-dire en promenant dans l'espace cette sorte de « mire idéale », on peut l'amener sur tous les points du paysage à volonté. Dès lors, si l'on sait calculer la distance à la base qui correspond au déplacement mesurable du repère de droite, on voit que l'on peut déterminer sans difficultés les distances à la base des divers points du paysage stéréoscopique.

C'est ce principe du « repère idéal » de distance, suspendu dans le paysage stéréoscopique, ou « principe des échelles aériennes », principe dû à de Grousilliers, qui servit de point de départ à Pulfrich, d'abord pour la construction du télé-

mètre stéréoscopique, puis bientôt pour celle du stéréocomparateur que nous allons décrire sommairement.

IV. — Le Stéréocomparateur.

L'appareil porte un cadre horizontal permettant de disposer les deux clichés négatifs côte à côte, dans un même plan. Ce cadre est muni de guidages divers permettant :

1° De faire tourner les clichés CC′ (fig. 7) dans leur plan et autour de leur centre (ce mouvement ne sert qu'au réglage des plaques);

2° De les déplacer tous les deux latéralement et simultanément à droite et à gauche.

Ce dernier déplacement est commandé par la vis micrométrique D et est lu sur une échelle correspondante.

En outre, l'image de droite peut être déplacée seule vers la droite ou vers la gauche, à l'aide d'une vis micrométrique spéciale P, et son déplacement est lu sur une deuxième échelle.

Au-dessus du cadre porte-clichés est disposé un microscope binoculaire muni du dispositif habituel de prismes à réflexion totale, représenté dans le schéma de la figure 7 par les miroirs I, II, I′, II′.

Les réticules des microscopes sont remplacés par les deux traits repères F et F′ décrits précédemment. Dans les premiers appareils construits, on avait maintenu le dispositif de la figure 7, c'est-à-dire que le trait de droite était encore mobile latéralement, à l'aide d'une vis micrométrique spéciale Y. Cette vis ne servait d'ailleurs plus, comme on va le voir, que pour la détermination des distances des objets très voisins d'un point déjà déterminé.

L'ensemble du microscope binoculaire peut être rapproché ou éloigné du cadre porte-plaques à l'aide d'une vis micrométrique, de façon à permettre la mise au point de l'image stéréoscopique. En outre, les oculaires peuvent être adaptés à la vue de l'opérateur, et les objectifs déplacés dans la direction de leur axe, en vue de faire varier le grossissement de quatre à huit fois. L'opérateur embrasse ainsi dans le champ une petite fraction seulement de l'image stéréoscopique, mais avec un relief qui peut être centuplé.

Enfin, au lieu de déplacer en hauteur la paire de clichés, par rapport au microscope, c'est à ce dernier qu'on fait exécuter ce mouvement, à l'aide de la vis micrométrique H, ce qui revient au même.

Le déplacement du repère de droite étudié précédemment est actuellement remplacé normale-

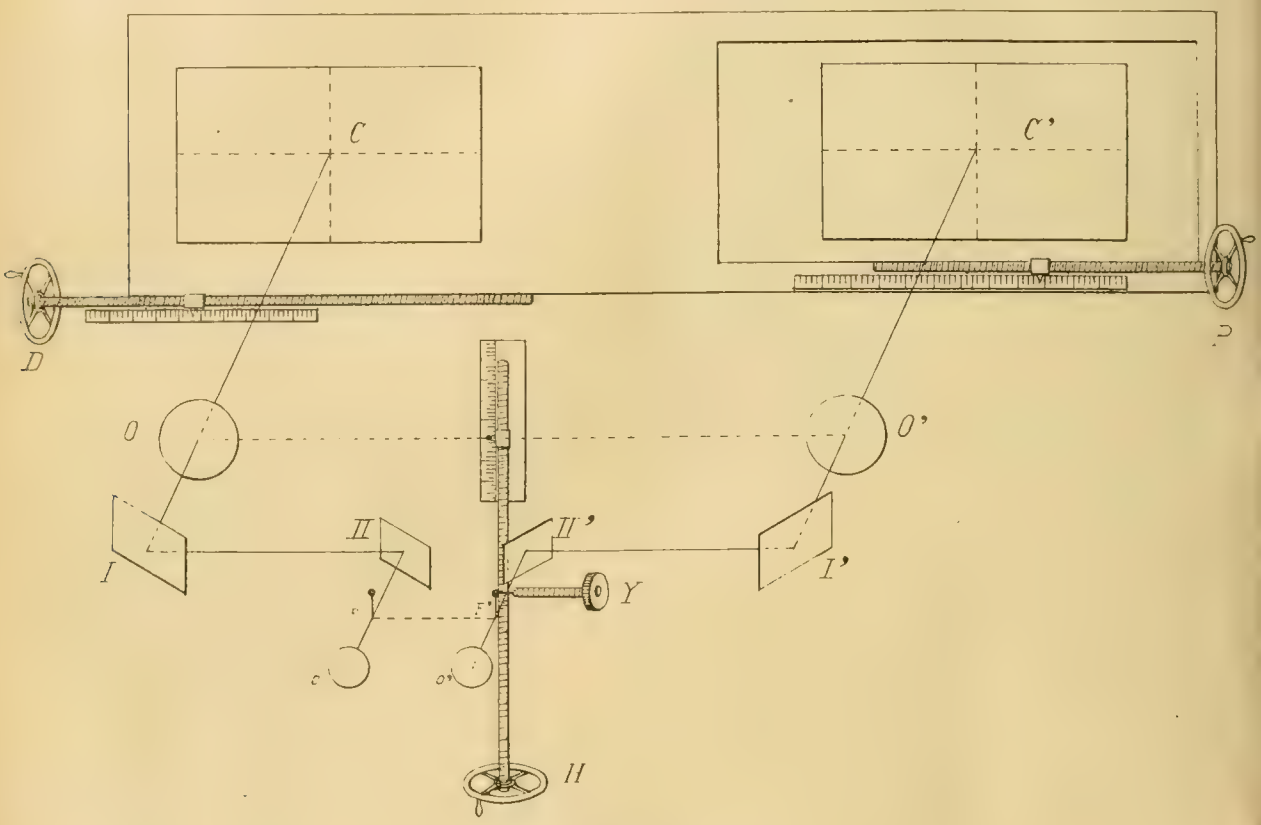


Fig. 7.

ment par le déplacement du cliché de droite, à l'aide de la vis P.

Dans ce mouvement, il semblerait que l'image stéréoscopique dût paraître se mouvoir, l'image du repère de distance restant immobile dans l'espace : il n'en est rien, et c'est au contraire le paysage stéréoscopique qui reste fixe pour l'observateur et l'image du repère qui se déplace en profondeur. On arrive donc aisément à faire toucher un point donné du paysage stéréoscopique par le « repère mobile », à l'aide du jeu de la vis P combiné avec les deux mouvements d'ensemble (manivelles D et le déplacer dans le sens de la verticale principale. C'est ce mouvement qui permet à chaque instant de tenir compte de la différence de niveau de la station de droite par rapport à celle de gauche.

En effet, si les clichés sont simplement disposés symétriquement l'un par rapport à l'autre sur le comparateur, cette différence de niveau se traduit par un dédoublement de l'image du « repère idéal », qui rend tout pointé impossible.

Il suffit de manœuvrer cette vis pour faire disparaître ce dédoublement avec une extrême précision.

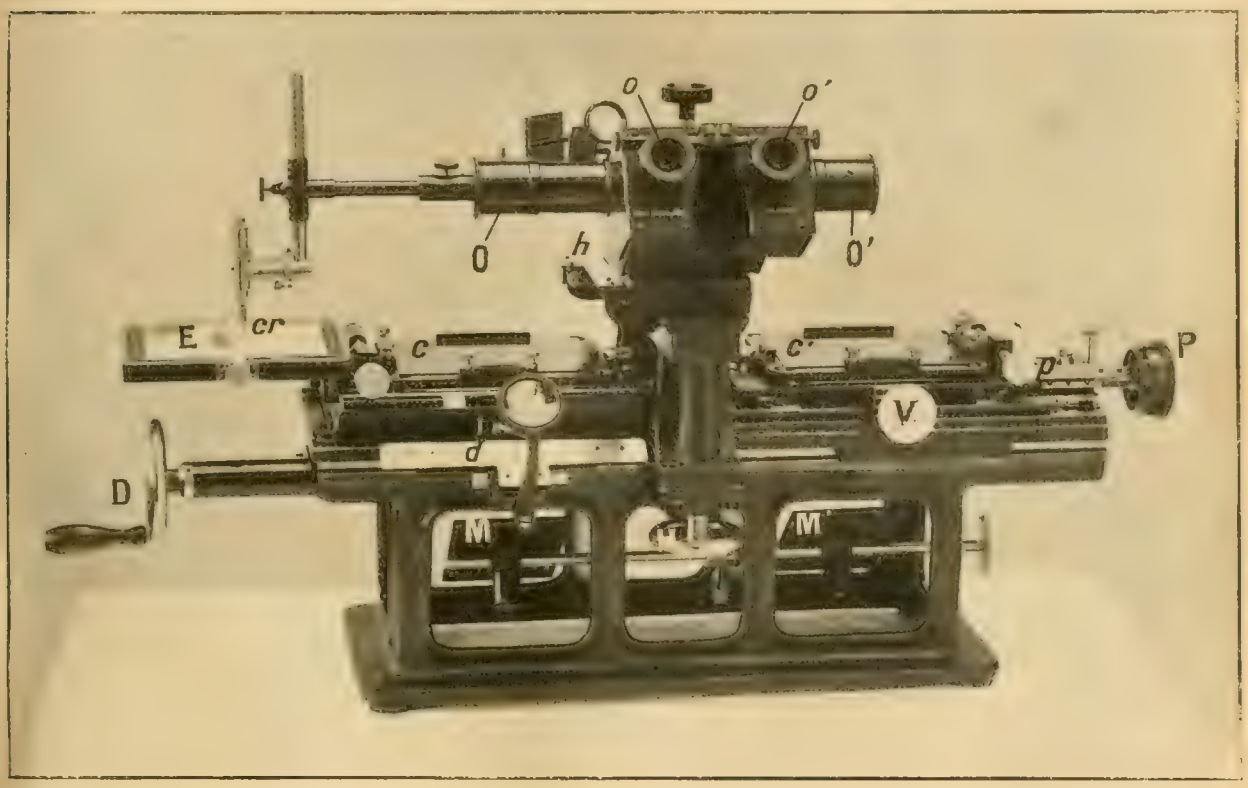


Fig. 8. — *Stéréocomparateur de Pulfrich, modèle D, pour plaques 9/12 cm.* — C, cliché de gauche; C', cliché de droite; E, épreuve positive de gauche; *o o'*, oculaires du microscope binoculaire; O O', objectifs du microscope binoculaire; D, manivelle des directions; *d*, échelle des directions; P, vis des distances et son tambour gradué; *p*, échelle des distances; H, manivelle des hauteurs; *h*, échelle des hauteurs; V, vis de réglage en hauteur du cliché de droite; *cr*, crayon traceur; M M', miroirs d'éclairage des clichés.

II); aussi, dans les modèles actuels, la vis Y est-elle supprimée; les repères sont simplement constitués par des croix dont les quatre branches portent une graduation servant aux mesures de hauteur et de largeur des objets[1].

Signalons enfin un dispositif très important : une vis micrométrique spéciale, montée sur le cadre portant le cliché de droite, a pour objet de

On se rend d'ailleurs facilement compte que ce mouvement a précisément pour résultat de ramener les deux images d'un même point exactement sur une même perpendiculaire à la verticale principale.

On voit donc que l'emploi des bases inclinées ne présente aucune difficulté. L'expérience a d'ailleurs montré que cette inclinaison pouvait aller jusqu'à 25°.

La figure 8 représente le dernier modèle de stéréocomparateur du Dr Pulfrich, pour plaques 6 × 13. Le modèle pour plaques 13 × 18 n'en diffère que par les dimensions. La légende indique

[1] Quant aux stéréocomparateurs qui font partie d'un stéréoautographe, cette croix elle-même est supprimée et les deux marques fixes F et F' ont la forme représentée sur la figure 7.

les dispositifs principaux que nous venons de signaler.

Nous n'entrerons pas dans le détail du réglage et de l'ajustage des clichés sur le comparateur avant le commencement des mesures, réglage qui a pour but d'amener le point d'intersection des horizontales et des verticales principales, ou point principal de chaque image, sur les axes optiques des deux microscopes, et comporte l'emploi de quelques autres vis micrométriques auxiliaires que nous passons sous silence. Disons seulement que ces opérations sont beaucoup plus longues à décrire qu'à exécuter et ne demandent normalement pas plus de quinze à vingt minutes pour la paire de clichés.

Les mesures proprement dites s'exécutent ensuite comme suit : on déplace d'abord la paire de clichés et le microscope à l'aide des deux mouvements d'ensemble, horizontaux et verticaux, au moyen des vis D ou *vis des directions*, et H ou *vis des hauteurs*, de façon à amener le point du paysage à déterminer sur le repère matériel de gauche; puis, à l'aide de la vis P ou *vis des parallaxes*, on amène le « repère mobile » idéal en coïncidence stéréoscopique avec ce point. On se rend compte facilement que les lectures faites alors sur les échelles correspondant aux vis D et H donnent respectivement l'abscisse x et l'ordonnée y du point, par rapport aux deux axes principaux du cliché de gauche, et que la lecture sur l'échelle correspondant à la vis P donne la différence de ces abscisses sur les deux clichés, c'est-à-dire sa parallaxe stéréoscopique. Toutes les lectures sont faites avec une précision de $0^{mm},01$, en raison tant de la construction même de l'appareil que du grossissement du microscope[1].

V. — La Méthode stéréophotogrammétrique.

Ce procédé comporte, dès lors, les opérations suivantes :

Aux deux extrémités d'une base toujours très courte, eu égard aux distances des points du terrain à mesurer, on installe successivement une chambre photographique spéciale, le stéréophotothéodolite, dans deux positions réalisant ce que nous avons appelé le « cas normal », c'est-à-dire que dans ces deux positions les axes optiques sont horizontaux, parallèles entre eux et perpendiculaires à la base, en un mot, que les deux images sont dans le même plan. On démontre que la condition essentielle à réaliser est le parallélisme rigoureux des axes optiques, et qu'une légère erreur de perpendicularité de ces axes sur la base est moins grave qu'un défaut, même faible, de parallélisme, lequel doit être assuré à moins de une minute près.

C'est pour cette raison que les photothéodolites utilisés jusqu'à présent en photogrammétrie ne peuvent, en aucune manière, être employés en stéréophotogrammétrie, car ils ne permettent absolument pas d'obtenir, même de loin, cette précision. Aussi, proposons-nous le nom de « stéréophotothéodolite » pour les appareils répondant à cette condition. Les établissements Zeiss construisent, *d'une façon courante*, des appareils de ce genre. Nous en décrirons rapidement plus loin le modèle le plus récent.

En outre, il est absolument indispensable d'utiliser deux trépieds mis en station aux deux extrémités de la base, sur lesquels on transportera successivement la chambre photographique.

La longueur de la base est mesurée généralement par voie tachéométrique. On mesure également sa pente ainsi que son orientation et la position de l'une des deux stations est déterminée par les procédés connus de cheminement, de triangulation ou de relèvement.

Il est nécessaire, pour la précision de la restitution, d'avoir dans le champ des clichés un ou deux points dits de contrôle, facilement reconnaissables et appartenant à un réseau de triangulation. Mais, en l'absence d'un tel réseau, il suffit de mesurer directement depuis chaque station, avec la lunette du stéréophotothéodolite, l'azimut et l'angle de pente de deux ou trois points du paysage bien visibles et faciles à retrouver sur les clichés.

Le travail *sur le terrain* se borne à ces opérations; il n'exige pas plus d'une heure et demie *au maximum*, y compris la mesure de la base et toutes les mesures goniométriques dont il vient d'être question.

Au bureau, les clichés correspondant à une base sont installés et réglés sur le stéréocomparateur, ainsi qu'il a été dit plus haut; après quoi, on procède aux mensurations de tous les points de l'image stéréoscopique, sans avoir plus à toucher au réglage.

On a vu que le pointé d'un point à l'aide du « repère mobile » fournit d'un seul coup, au 1/100

[1] Il n'y a pas de limite à l'emploi du stéréocomparateur pour la mensuration des corps, quelles que soient leur forme, leur grandeur ou leur distance, qu'ils soient en mouvement ou en repos, etc. Aussi la multiplicité des applications de cet appareil est-elle surprenante. En dehors des levers topographiques proprement dits, qui nous occupent seuls ici, nous citerons les levers hydrographiques, les levers de combats, les mesures lunaires, l'étude des vagues de la mer, l'étude des nuages, l'étude des points de chute des projectiles et de leur trajectoire, la découverte et l'étude des différences, des altérations ou des falsifications des images (recherche des astres variables ou mobiles, vérification des graduations de précision, recherche des contrefaçons de billets de banque, etc.).

de millimètre, l'ordonnée et l'abscisse du point, par rapport aux axes principaux du cliché de gauche et la parallaxe stéréoscopique de ce point.

Soient maintenant (fig. 9) f la distance focale de la chambre et B la longueur de la projection horizontale de la base, S et S′ les projections sur le plan horizontal des deux stations, TT′ la trace, sur le plan horizontal, du plan vertical des deux clichés, SM la projection horizontale de l'axe optique du cliché de gauche qui coupe TT′ en T, et M un point de cet axe. Si on mène MS′ qui coupe TT′ en T″, on voit de suite que la longueur $T''T' = a$ est la parallaxe stéréoscopique du point M, T′

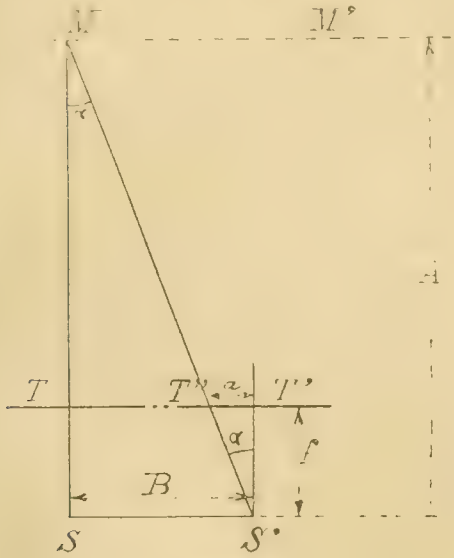


Fig. 9.

étant le pied de la perpendiculaire abaissée de S′ sur TT′.

Posons SM = A. Si l'on appelle α l'angle SMS′, on voit de suite que l'on a :

$A = B \operatorname{cotg} \alpha$ et $f = a \operatorname{cotg} \alpha$, d'où $A = \frac{f}{a} B$.

On démontre sans difficulté que tous les points *du plan de front* MM′ situé à la distance A de la base ont la même parallaxe a, c'est-à-dire que, si on connaît la parallaxe a d'un point du paysage, la formule ci-dessus donne sa distance à la base.

La construction de la projection horizontale du point sur le plan s'exécute dès lors comme suit :

On construit sur le plan (fig. 10) et à l'échelle la projection de la base SS′ et à la distance f on lui mène une parallèle TT′ sur laquelle on abaisse la perpendiculaire ST. C'est sur la droite TT′ et à partir de T comme origine que l'on porte, avec son signe, l'abscisse x lue sur l'échelle des abscisses du stéréocomparateur ou *échelle des directions*; on obtient ainsi le point X; puis on mène la droite SX : la projection horizontale P du point se trouve quelque part sur la droite SX. La parallaxe a, lue sur l'échelle des parallaxes ou *échelle des distances*, donne à l'aide de la formule $A = \frac{Bf}{a}$ la distance A = SM du point P à la base SS′. La projection cherchée P se trouve donc à l'intersection de la droite SX et de la parallèle MP menée à SS′ à la distance A.

Quant à la différence de niveau h du point par rapport à la station de gauche S, il est facile de voir qu'elle s'obtient à l'aide de la formule $h = y \frac{A}{f} = y \frac{B}{a}$, y étant l'ordonnée lue sur *l'échelle des hauteurs*.

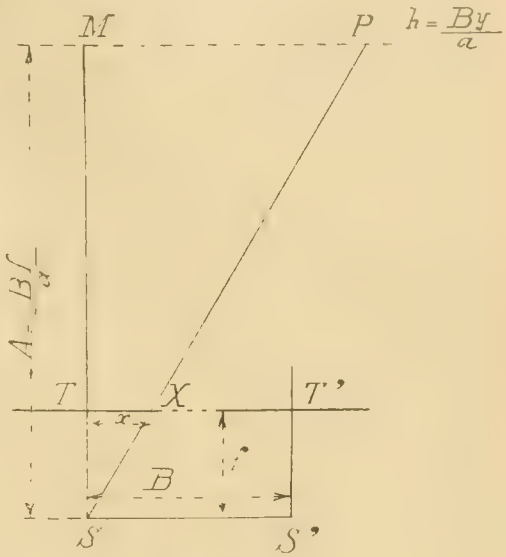


Fig. 10.

On voit donc que le procédé stéréophotogrammétrique présente, en ce qui concerne la construction du plan, une grande analogie avec l'ancienne méthode de Laussedat. Toutefois un premier avantage essentiel résulte de ce qu'il suffit, dans le premier, d'un seul pointé pour obtenir *simultanément* les trois éléments de détermination du point, tandis que dans l'autre cette détermination exige, comme on l'a vu, au moins trois mesures *indépendantes* : deux mesures d'abscisses, une mesure d'ordonnée. Mais, à tous les autres points de vue également, la supériorité du nouveau procédé est indiscutable. On a vu, en effet, que le défaut capital de la méthode photogrammétrique ancienne réside dans la difficulté extrême *d'identification des images* d'un même objet sur les deux clichés ou les deux épreuves provenant de deux stations différentes et que cette difficulté entraîne toute une série d'obligations qui restreignent beaucoup le champ d'application de la méthode.

Nous rappelons ci-dessous la série de ces obligations :

Obligation de dessiner sur les épreuves positives; obligation, pour le dessinateur, au bureau, de connaître parfaitement le terrain du lever; obligation, dans beaucoup de cas, de recourir à une troisième station à titre de contrôle; obligation de n'utiliser que des clichés excellents; impossibilité d'employer des bases assez courtes pour éviter une perte toujours importante du champ non commun aux deux images; impossibilité d'employer la méthode sur des surfaces très fuyantes ou unies et sans détails; impossibilité d'opérer à grande distance, d'où faiblesse du rendement des stations en kilomètres carrés, d'où obligation de les multiplier.

Au contraire, dans la nouvelle méthode, ce vice essentiel de la difficulté d'identification des images des points, qui semblait inhérent au procédé photographique, disparaît d'une façon absolue, car *il n'y a plus d'identification*. L'observateur voit le paysage *en relief* devant lui; il fait toucher par le « repère mobile » l'objet et le point de cet objet qui lui conviennent, quels que soient la forme, la nature et l'éloignement de cet objet, par exemple un arbre quelconque au milieu d'une pente boisée, un point quelconque d'une surface uniforme (gazon ou pente d'éboulis). Il choisit sans difficulté *sur* les lignes caractéristiques du terrain (changements de pente, thalwegs, arêtes, etc.) les points les plus convenables pour les représenter, au lieu d'être obligé de rechercher péniblement sur les deux épreuves les rares détails identifiables qui se trouvent souvent trop loin de ces formes caractéristiques[1]. Ce libre choix des points réellement utiles réduit nécessairement le nombre des points de détail.

En outre, les images offrent le même contenu, en raison de la faible longueur de base, comprise généralement entre 40 et 300 mètres, d'où meilleur rendement des stations et diminution très importante de leur nombre. De plus, grâce à la suppression de *l'identification des points*, on peut aborder toute espèce de terrains, en dehors de la haute montagne, y compris — contrairement à une opinion encore très répandue — les terrains non seulement unis, mais *très fuyants*, ainsi que nous en donnerons des exemples caractéristiques plus loin. Il suffit que le terrain présente quelques stations permettant d'avoir des vues suffisantes sur le détail des formes du terrain.

Du fait encore de la suppression de *l'identification*, l'opérateur au bureau n'a aucun besoin de connaître le terrain, d'autant plus qu'il l'a réellement en relief sous les yeux et que son « repère mobile » joue pour lui le rôle d'un *porte-mire* parfaitement intelligent, instantanément obéissant et pouvant se transporter en un clin d'œil sur les terrains les plus éloignés ou les plus inaccessibles.

Quant aux clichés, ils sont utilisés directement sur le comparateur, la transposition des lumières et des ombres ne changeant rien à la facilité du pointé à l'aide du « repère mobile », d'où augmentation considérable de la précision. De plus, on peut employer avec succès des clichés qui auraient dû être rebutés dans l'ancien procédé, tels que les clichés voilés ou au contraire trop durs, qui présentent au stéréocomparateur un bon relief.

En ce qui concerne la distance d'utilisation des clichés, elle est extrêmement allongée et on peut sans difficulté lever, avec une précision convenable, au 1/25.000, un terrain situé à 14 ou 15 kilomètres de la base.

Enfin, le principe même de l'aspect *en relief* du terrain du lever est un avantage essentiel et sans prix du procédé. Le champ du microscope du stéréocomparateur ne dépasse pas 1 centimètre de rayon, mais cet appareil peut être remplacé, pour l'examen *d'ensemble* des clichés, par un stéréoscope à miroirs qui donne à l'observateur l'impression d'un plan-relief du terrain présentant une richesse de détails et un modelé extraordinaires, indépendants de l'altitude de la station par rapport au paysage, de sorte qu'une vue stéréoscopique prise d'un haut sommet ne paraît nullement aplatie et écrasée comme dans l'ancien procédé; ceci permet d'employer ce genre de station très avantageusement, en raison de l'étendue considérable du champ embrassé, tandis qu'il était recommandé précédemment de les éviter soigneusement, parce que le terrain vu de haut est sans relief et paraît plat et sans expression; les formes vallonnées disparaissent et on ne peut plus y apprécier aucune pente.

Nous ne pouvons mieux faire que de citer ici le Général von Hübl, à qui la stéréophotogrammétrie doit tant :

« La grandeur apparente de cette image en relief dépend de l'éloignement des deux stations photographiques et de l'intervalle des yeux de l'observateur.

« Si celui-ci est, par exemple, de 65 millimètres et si la longueur de la base s'élève à 65 mètres, le paysage apparaît comme un modèle réduit dans le rapport de 1 à 1.000.

« Un seul coup d'œil dans l'appareil, même d'une contrée qui vous est étrangère, vous oriente instantanément et les points de détails à déterminer

[1] On n'imagine pas à quel point, de ce chef, le dessin des contreforts fortement boisés en haute montagne peut être erroné, malgré tous les soins des topographes les plus consciencieux, les plus expérimentés, même sur les cartes les plus récentes.

pour la représentation des formes peuvent être reconnus avec une grande certitude. La raideur des pentes, les changements de pente, la profondeur de chaque découpure sont faciles à reconnaître et considérablement plus faciles à apprécier que *dans la nature*. Par suite de ces circonstances, une reproduction en projection horizontale, caractérisant exactement toutes les formes, est notablement facilitée. Nous n'avons plus devant nous la nature avec ses formes massives, puissantes, dont notre regard ne peut embrasser que la plus faible partie et dont le report sur la feuille de dessin exige une grande pratique et une grande expérience, mais une riche plastique qui nous permet une vue d'ensemble dans laquelle les détails accessoires se subordonnent complètement au modelé des grandes formes[1].

« *Les avantages que nous offre le travail au comparateur, en comparaison avec les procédés actuels de détermination des points par rayonnements et recoupements, sont si considérables, qu'il ne faut craindre ni peine, ni dépense, pour satisfaire aux exigences du travail sur le terrain*[1]. »

C'est grâce à la foi ardente dans la valeur de la nouvelle méthode qui animait l'auteur de ces lignes *prophétiques* que non seulement toutes ces difficultés du travail sur le terrain ont été surmontées, mais que la méthode a donné les résultats encore plus merveilleux qui nous restent à exposer et a acquis une souplesse qui l'a mise définitivement hors de pair.

Il est intéressant d'exposer les difficultés auxquelles fait allusion le Général von Hübl, et qu'il avait été le premier à signaler aux constructeurs.

Il faut d'abord que l'objectif du stéréophotothéodolite soit parfaitement construit et corrigé, de façon à donner des images sans défaut et sans déformation, en raison de la précision, déjà mentionnée, du 1/100e de millimètre dans la lecture des parallaxes. Or, cette précision est indispensable, car on démontre facilement que, pour un foyer de 193 millimètres par exemple, cette unité

[1] Il est intéressant de signaler ici combien peu de personnes, même parmi celles pratiquant couramment la photographie stéréoscopique, se doutent de ce que peut être, pour un grand paysage, le *modelé*, le *relief* donné par des clichés stéréoscopiques pris à l'aide d'une base suffisante. La plupart d'entre elles, en effet, ne prennent des vues *stéréoscopiques* de paysage qu'en manœuvrant *simultanément* les deux obturateurs de leur appareil, autrement dit avec une base égale à l'écartement de leurs objectifs; mais les clichés ainsi obtenus donnent le même relief que celui que procure l'examen du même paysage à l'œil nu, relief nul, ainsi qu'on le sait, au delà de quelques centaines de mètres. Ces opérateurs, ou bien, ce qui est le cas le plus général, ignorent totalement la beauté de ces paysages stéréoscopiques que nous appellerons, pour simplifier, « à grand écartement », ou bien s'imaginent qu'il faut employer des appareils compliqués et en tout cas « *poser* sur pied ».

Or, rien n'est plus facile que d'obtenir ces résultats à l'aide de simples appareils *à main*, à condition de les munir d'un bouchon à main permettant d'obturer *successivement* chaque objectif. Le processus est dès lors des plus simples : se plaçant bien face au paysage, à l'une des extrémités de la base que l'on a choisie *à peu près* parallèlement à celui-ci, on obture l'objectif qui correspond à l'autre station; puis on repère dans le champ du viseur un point bien apparent aussi lointain et aussi près de la croisée du réticule que possible et dans cette position on prend le cliché correspondant à la station. Après quoi on obture, à l'aide du bouchon, l'objectif correspondant au cliché qui vient d'être impressionné et on se transporte sur l'autre station, non sans avoir réarmé l'obturateur. De cette dernière station on vise de nouveau le point de repère en s'efforçant de le replacer *à peu près* dans la même position relative par rapport à la croisée du réticule, de façon à réaliser le parallélisme *approximatif* des axes dans les deux stations, c'est-à-dire le « cas normal » de la stéréophotogrammétrie. On prend alors la vue correspondante et l'opération est terminée.

Il va de soi que l'on doit s'efforcer d'avoir des premiers plans aussi éloignés que possible, de façon qu'ils ne soient pas trop différents dans les deux clichés, et aussi de n'avoir pas d'objets en mouvement, ni une base trop inclinée.

Avec un peu de pratique, ces opérations, qui semblent compliquées, ne demandent pas deux minutes pour une base.

Les petits appareils stéréoscopiques du format du vérascope Richard (4,5/10,7) se prêtent admirablement à l'emploi de ce procédé sommaire.

On ne peut imaginer l'intérêt extraordinaire que peuvent présenter des collections de diapositives de cette nature, même pour des régions complètement inconnues de celui qui les examine au stéréoscope.

C'est certainement en partie à l'ignorance où la plupart des techniciens sont restés jusqu'à l'heure actuelle de la richesse inouïe de ces modelés et de la facilité extrême de leur obtention, qu'est due leur indifférence prolongée à l'égard de la stéréophotogrammétrie, d'autant que la plupart du temps ceux qui, bien rares, faisaient de la stéréoscopie « à grand écartement » opéraient sur pied et sur des sommets élevés. Or il est presque impossible de trouver là des bases suffisamment longues appropriées au « cas normal » seul applicable sans appareil spécial; les vues ainsi obtenues avec des bases de quelques mètres sur des massifs la plupart du temps éloignés de plusieurs kilomètres présentent un relief tout à fait insuffisant et presque sans intérêt, rappelant simplement l'effet de décors de théâtre *plans* en retraite les uns par rapport aux autres. Il n'y a plus ici de *modelé* au sens propre du mot.

Celui-ci dépend avant tout de la grandeur de la base; on fera avantageusement varier celle-ci du 20e au 30e de la distance à laquelle on désire porter la sensation de relief, *distance appréciée, bien entendu, à vue*; cette longueur de base sera mesurée simplement *au pas* sur le terrain.

Il est inutile de faire remarquer que ce procédé peut s'appliquer aussi facilement avec des appareils à objectif unique, c'est-à-dire non stéréoscopiques : il suffit d'escamoter le cliché impressionné à l'une des stations avant de passer à l'autre.

Enfin à bord d'un navire défilant au large et le long d'une côte, le procédé est encore simplifié, car la base est alors fournie par la marche même du bâtiment, et le parallélisme des axes se réalise tout simplement en plaçant pour chaque vue l'appareil dans la même position sur le plat-bord. Toute la manœuvre se réduit ainsi à armer et à déclancher deux fois, en changeant d'objectif le bouchon à main.

On obtient ainsi des modelés surprenants sur des côtes éloignées de 8 ou 10 kilomètres.

[1] Colonel von Hübl : Die Stereophotogrammetrie (*Mittheilungen des K. u. K. Militärgeogr. Institutes*, t. XXII, p. 15).

de parallaxe, qui équivaut à une différence de direction parallactique de huit à dix secondes environ, correspond à une différence de *profondeur* de 10 mètres à 6 kilomètres, pour une base de 200 mètres. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'on ne peut utiliser des épreuves sur papier toujours déformées.

Les plaques sensibles employées doivent aussi être parfaitement planes, car on démontre également que si l'écart au plan atteint 1 millimètre sur les bords, ce qui n'est pas rare pour les plaques ordinaires, ce défaut provoque dans cette région des erreurs de parallaxes de 3 à 4/10 de millimètre. Les plaques doivent encore se trouver aussi exactement que possible dans le même plan, et surtout être aussi exactement parallèles que possible dans les deux stations, car un défaut de parallélisme d'une minute seulement entraîne une erreur de parallaxe de 1 à 2/10 de millimètre. On démontre toutefois que, si les axes, restant bien parallèles entre eux, s'écartent légèrement de la perpendiculaire à la base, ce défaut a beaucoup moins d'importance que le précédent sur la précision de la mesure des parallaxes, et que l'on peut tolérer une déviation *commune* des deux plaques de six à huit minutes.

Enfin, les plaques doivent également être aussi voisines de la verticale que possible, une erreur de une minute dans la position de l'horizon pouvant entraîner une erreur de parallaxe de 3/100 de millimètre.

Quant à la mesure de la base, elle doit être effectuée avec une grande précision, c'est-à-dire au moins à 1/1000 près. On démontre, en effet, que l'erreur sur la base se reporte proportionnellement sur la distance des points.

Pour toutes ces raisons et spécialement à cause de l'erreur à craindre sur la mesure de la base et sur la perpendicularité des deux axes optiques à la base, on considérait, vers 1905, comme indispensable de disposer sur les clichés de *six à dix* points, dits « de contrôle », qui permettaient éventuellement, à l'aide de formules et de constructions assez compliquées, de faire disparaître ces deux erreurs avant de commencer les lectures au stéréocomparateur.

En ce qui concerne la méthode en elle-même, elle présentait encore, en 1905, les inconvénients suivants :

Il était pratiquement nécessaire de n'employer que des clichés obtenus dans le « cas normal », c'est-à-dire avec les axes optiques perpendiculaires à la base; il était impossible d'utiliser des axes obliques à la base, mais parallèles entre eux et, à plus forte raison, des axes convergents. Ces deux cas, le dernier surtout, exigeaient des constructions extrêmement lentes et compliquées, malgré toutes les simplifications qu'y avaient apportées surtout le général von Hübl, l'éminent professeur Dolezal, de Vienne, le professeur Fuchs, de Presbourg, etc. De telle sorte que, en dehors du « cas normal », on ne pouvait pratiquement qu'*entrevoir*, dans l'avénir, le cas des axes parallèles entre eux, et inclinés de 30° à droite et à gauche de la perpendiculaire à la base, ce qui aurait porté le champ d'une base de 40° à 100° environ.

Il y avait là un défaut grave et un manque de souplesse de la méthode, car il est souvent fort difficile de trouver, en haute montagne, un terrain pour une base de longueur suffisante, approprié au « cas normal », surtout sur les hauts sommets, particulièrement recommandables pourtant à cause de leurs vues très étendues.

Aussi, en 1904, le général von Hübl concluait-il, au moins provisoirement, à l'utilisation simultanée de l'ancienne photogrammétrie et du nouveau procédé.

Quant au travail de bureau, même dans le « cas normal », le stéréocomparateur ne permettait que la construction point par point, encore assez lente et fatigante, ce qui imposait, en tout cas, la construction des courbes de niveau seulement *après coup*, quand on disposait sur le plan d'un nombre de points cotés suffisant pour pouvoir intercaler ces courbes « par interpolation », suivant l'ancien procédé.

VI. — Le Stéréophotothéodolite actuel.

L'instrument essentiel pour le travail sur le terrain est le stéréophotothéodolite. Les établissements Zeiss, de Iéna, construisent dès maintenant *d'une façon courante* ces appareils. Nous allons donner la description du modèle 1913 pour plaques 13 × 18, dont la figure 11 donne une vue d'ensemble.

L'appareil se compose de trois parties, séparées pour le transport : *le trépied* muni d'un mouvement de translation, *la chambre* photographique et *le théodolite*. On remarquera la construction particulièrement ramassée de l'instrument qui, tout en lui donnant une grande stabilité, facilite beaucoup les lectures et le pointé des divers verniers.

La chambre pivote sur son *triangle* par son *centre* et peut être arrêtée dans une position quelconque par une vis de pression. Elle porte un objectif susceptible d'être décentré de 30 millimètres vers le haut ou vers le bas. La planchette porte-objectif est munie d'un bras, mobile avec elle à l'intérieur de la chambre et terminé par un index horizontal à pointe très fine α, qui se déplace ainsi

le long et très près du bord vertical droit de la plaque sensible (fig. 12).

La pointe de cet index se trouve, par construction, dans le même plan horizontal que l'axe optique *o*. Son image sur la plaque enregistre donc très simplement la position de l'horizontale principale du cliché.

Le cadre sur lequel s'appuie la plaque sensible porte quatre repères 1-2-3-4, disposés comme le montre la figure 12. Ces repères sont constitués par une petite saillie métallique, disposée très près de la couche sensible, et présentant en son centre un trou d'un diamètre à peine supérieur à l'épaisseur d'un cheveu, donnant ainsi un point noir extrêmement précis sur le cliché négatif.

Les repères 1 et 3 déterminent la verticale principale du cliché; les repères 2-3-4 sont sur une même droite III' exactement parallèle à ox. Il en résulte que, si l'image du repère 1 se distingue mal sur les clichés, ainsi qu'il arrive quelquefois, puisque cette région est généralement très sombre, on pourra toujours, sur le stéréocomparateur, retrouver cette verticale principale qui est la perpendiculaire abaissée de 3 sur la droite ox, elle-même parallèle à 2-3-4.

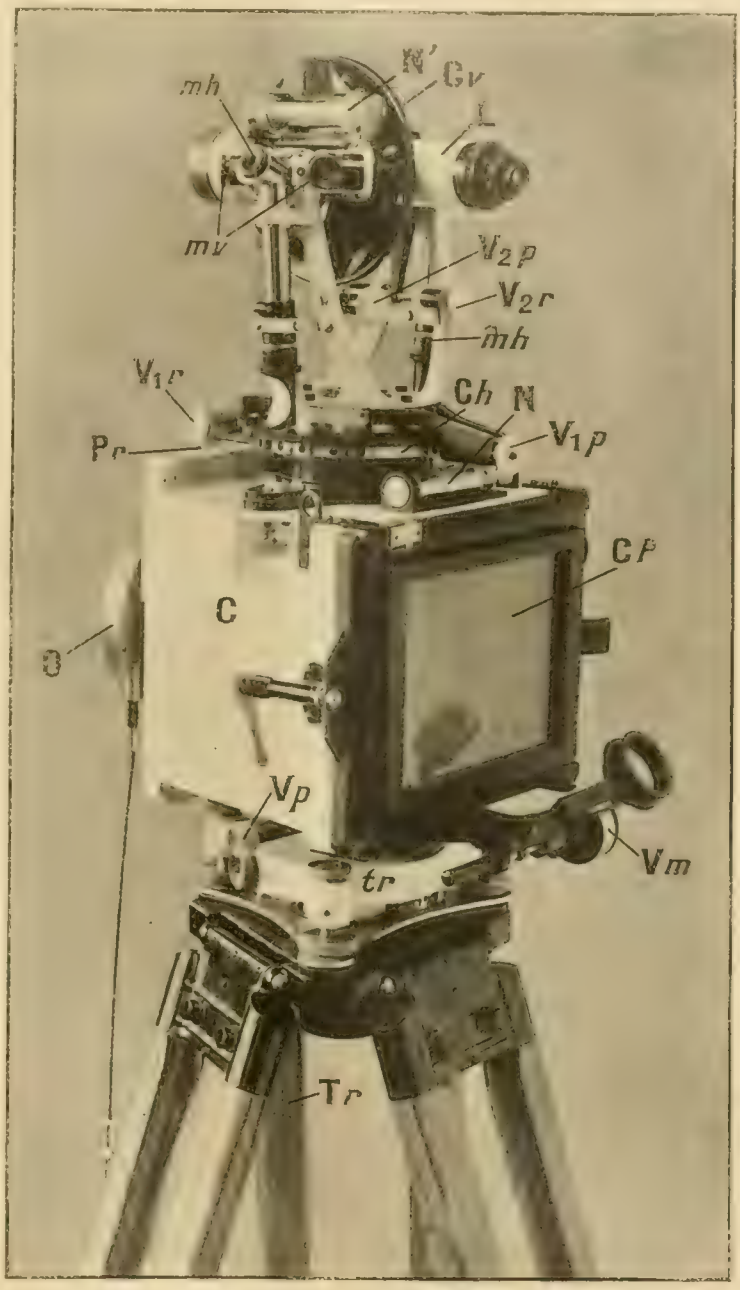


Fig. 11. — *Stéréophotothéodolite Zeiss, modèle 1913, pour plaques 13/18 cm.* — Tr, trépied; C, chambre photographique; *tr*, triangle; V*m*, vis micrométrique pour les mesures de distance; V*p*, vis de pression de la vis micrométrique; O, objectif de la chambre à décentrement; C*p*, châssis porte-plaques; C*h*, cercle horizontal; V_1r, vis de rappel du cercle horizontal; V_1p, vis de pression du cercle horizontal; P*r*, prisonnier; N, N', niveaux à bulle; L, lunette du théodolite; C*v*, cercle vertical; V_2r, vis de rappel du cercle vertical; V_2p, vis de pression du cercle vertical; *mh*, microscopes de lecture du cercle horizontal; *mv*, microscopes de lecture du cercle vertical.

Les châssis porte-plaques sont organisés de telle manière que, lors de leur exposition, la couche sensible porte directement sur le cadre arrière de la chambre, de sorte que la distance focale est rigoureusement constante d'une plaque à l'autre et indépendante des variations éventuelles d'épaisseur des châssis.

Sur les bords du cadre et à l'intérieur de la chambre se meuvent trois tambours portant des chiffraisons découpées qui permettent d'imprimer automatiquement sur les clichés le numéro d'ordre de la base, jusqu'à 24, leur rang dans chaque station, et enfin la distance focale de l'objectif.

Sur le plafond de la chambre sont disposés deux niveaux à bulle croisés, dont la division vaut quinze secondes.

Le théodolite se monte par son *centre* sur le dessus de la chambre, et est arrêté par un *prisonnier* construit tout spécialement pour permettre de ramener toujours

avec une exactitude parfaite la ligne 0°-180° du cercle horizontal dans le même plan vertical que l'axe optique de la chambre. Un dispositif spécial à ergot du cercle horizontal sert à amener la lunette *exactement* à angle droit sur cet axe optique, ou à la dévier aussi exactement de 30° à droite ou à gauche. Ces trois positions donnent à la station un champ total horizontal de 105°. Les lectures se font à trente secondes près sur le cercle horizontal qui a 120 millimètres de diamètre.

Une vis micrométrique spéciale, disposée horizontalement au bas de la chambre, sert à la mesure de la longueur de la base qui s'exécute en pointant successivement la lunette à l'aide de cette vis sur les deux extrémités d'une mire métallique horizontale de 1 mètre de longueur, installée sur le

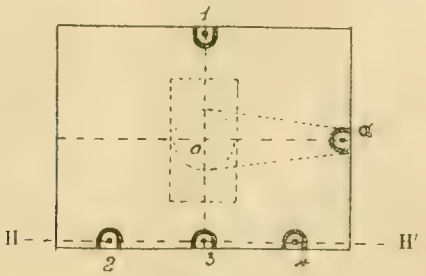


Fig. 12.

deuxième trépied à l'autre extrémité de la base, et en lisant sur le tambour de la vis le nombre de divisions correspondant à cette rotation de la lunette. Une division du tambour de la vis vaut 1/30.000 de son bras de levier par rapport à l'axe vertical de l'instrument.

Une mire de forme spéciale, installée sur le *triangle* du trépied de la deuxième station, sert aux pointés qui ont pour objet la fixation de la position de l'axe optique de la chambre, soit pour le « cas normal », soit pour les autres.

Comme clichés, on emploie des plaques soignées et traitées comme des glaces de miroir. Il a été reconnu absolument inutile de les « travailler optiquement », comme on l'avait craint au début. La finesse du grain de l'émulsion est de 1 à 2 millièmes de millimètre, que certains fabricants sont parvenus à livrer couramment. Cette finesse a permis d'utiliser au stéréo-comparateur un grossissement de huit fois, et d'atteindre ainsi normalement une précision de huit à dix secondes dans les mesures azimutales ou de pente.

Nous ne reviendrons pas sur le mode d'emploi du stéréophotothéodolite sur le terrain, c'est-à-dire sur la méthode stéréophotogrammétrique qui a été décrite précédemment.

Nous avons montré à quel degré a été poussée la précision du stéréophotothéodolite, et comment elle a permis de réduire les erreurs *instrumentales;* toutefois, le procédé qui a permis de régler avec une extrême facilité les clichés sur le stéréo-autographe et de supprimer toutes les corrections compliquées que l'on devait exécuter auparavant, a consisté à déterminer au préalable et avec un soin extrême, pour chaque stéréophotothéodolite, avant sa mise en service, ce que l'on appelle ses *constantes caractéristiques*, que nous nous contenterons d'énumérer rapidement :

Pour la chambre : distance focale, projection du point nodal arrière de l'objectif sur la plaque, distance entre l'horizon déterminé par le repère mobile α sur le cliché et l'horizon réel du cliché (fig. 12), distance entre la verticale déterminée par les repères 1 et 3 et la verticale principale réelle (fig. 12), constante de la vis micrométrique, erreur d'origine de la graduation de la vis micrométrique.

Pour le théodolite : défaut de parallélisme de l'axe vertical du théodolite et de l'axe vertical de la chambre, défaut de perpendicularité de l'axe de rotation de la lunette et de l'axe vertical du théodolite, différence de hauteur entre l'axe de l'objectif de la chambre et l'axe de la lunette du théodolite, erreur de collimation de la lunette.

Une connaissance préalable et précise de toutes ces caractéristiques, pour un appareil déterminé, permet de connaître, à l'avance et une fois pour toutes, toute une série de corrections à faire subir au stéréocomparateur pour pouvoir utiliser *immédiatement* tous les clichés qui en proviennent. Il ne reste plus, dès lors, à corriger que les erreurs *d'opération* qui ne peuvent porter, sauf faute grave, que sur la mesure de la base et plus rarement sur l'angle de l'axe optique avec la base.

Il a été réalisé là un progrès important et généralement peu connu.

VII. — Le travail au bureau et le stéréoautographe d'Orel.

On a vu que le travail de bureau au stéréocomparateur de Pulfrich présentait encore quelques défauts essentiels. Sa nature même comportait d'inévitables causes d'erreurs, dont la conséquence était de donner de 5 à 10 % de points inexacts. De plus, on ne construisait la carte que point par point, et ces points étaient obtenus à l'aide de calculs et de constructions qui restaient encore assez longs, malgré tous les perfectionnements apportés, en sorte qu'il fallait environ cinq à six minutes par point calculé et reporté.

Il en résultait aussi que les courbes de niveau, élément essentiel du modelé, ne pouvaient s'obtenir que par l'antique procédé de l'*interpolation* entre les points cotés.

Or, si bien il était dans la nature même des anciens procédés de ne pouvoir permettre une définition exacte et précise des formes du terrain et de ne pouvoir fournir que des courbes de niveau interpolées, c'est-à-dire simplement et forcément approximatives, il n'en était pas de même du véritable *modèle* de la nature au relief si accentué qu'évoquait le stéréocomparateur, modèle dont le simple examen fournit, dès le premier coup d'œil, une connaissance extrêmement précise et complète du terrain le plus compliqué.

Aboutir, après cette vision si aiguë du relief, à un modelé aussi sommaire et aussi grossier que celui que fournissent les courbes interpolées, c'était vraiment, comme l'a fait remarquer von Orel, ne pas utiliser le procédé dans toute sa plénitude.

Enfin, comme on l'a vu, le stéréocomparateur ne permettait l'utilisation pratique et facile que des clichés obtenus dans le seul « cas normal », ce qui réduisait singulièrement les applications et la souplesse de la méthode.

Aussi avait-on très vite cherché à améliorer cette situation, tout d'abord en supprimant tout calcul et toute construction des points, c'est-à-dire en en rendant automatique le report sur la feuille de dessin.

Sans parler des essais déjà anciens de Deville, l'éminent Directeur du Service Géographique du Canada, dont le « stéréoscope graphique » n'était vraiment qu'un appareil de démonstration, Thompson, en Angleterre, avait fait des recherches dans ce sens. Plus récemment, le Dr Pulfrich étudiait le « stéréocartographe » dans le but de réaliser cette construction automatique point par point. Mais ces appareils ont été tellement surpassés par le « stéréoautographe » d'Orel, du reste antérieur au stéréocartographe, que nous nous bornerons à celui-ci, qui est d'ailleurs, à l'heure actuelle, le seul en usage.

C'est en 1907 que von Orel, alors Lieutenant à l'Institut Géographique Militaire de Vienne, commença ses recherches. Un premier modèle, construit par la maison Rost, de Vienne, fut essayé cette année pour cartographier automatiquement les clichés stéréoscopiques de la région de l'Ortler obtenus l'année précédente.

L'appareil ne donnait encore que le report automatique point par point sur le plan de la carte; mais il supprimait toute erreur graphique. L'altitude devait encore être calculée et il fallait deux opérateurs. Néanmoins on obtenait un point construit et coté par minute, soit cinq à six fois plus vite qu'avec le stéréocomparateur.

Ce premier travail, sévèrement contrôlé sur le terrain pendant l'été 1909, présenta une concordance surprenante avec toutes les mesures de vérification.

Aussi les efforts redoublèrent et, en 1909, les établissements Zeiss, de Iéna, livrèrent à l'Institut Géographique un nouveau modèle, dans lequel von Orel était parvenu à réaliser la construction automatique, non plus de points isolés, mais des courbes de niveau avec une précision graphique de deux dixièmes de millimètre. La planche à dessin avait aussi été agrandie et permettait le report automatique au 1/25.000 de points situés à 12 kilomètres de la base.

Il fut procédé, dès cette année, au champ de tir de Hajmasker (Hongrie), à une vérification détaillée. Le terrain fut levé au 1/10.000 au tachéomètre, avec une précision absolument inusitée à cette échelle (800 à 1.000 points par kilomètre carré), et les courbes de niveau furent construites par interpolation à l'équidistance de 1 mètre. Puis on appliqua la méthode stéréophotogrammétrique et les clichés ainsi obtenus furent « travaillés » sur le stéréoautographe, le tracé automatique des courbes de niveau s'effectuant directement sur le plan tachéométrique ci-dessus, disposé sur la planche à dessin.

La concordance fut extraordinaire et il apparut même nettement que le modelé fourni par l'autographe était de beaucoup plus riche et plus exact que celui des courbes tachéométriques.

Devant ces résultats, l'Institut géographique militaire adoptait définitivement l'appareil, et un troisième modèle, le modèle 1911, était construit chez Zeiss.

Le modèle 1909 obligeait encore au report point par point pour le cas des clichés à axes parallèles, mais non perpendiculaires à la base, et il ne permettait pas l'emploi d'axes convergents. Le modèle 1911 permet la construction automatique, non seulement des courbes de niveau, mais de courbes quelconques du terrain (chemins, cours d'eau, lisières de forêts, limites de rochers, etc.) avec les axes des clichés orientés *d'une façon quelconque*, pourvu qu'ils soient dans le plan horizontal. La planche à dessin a encore été agrandie.

Trois appareils de ce modèle sont actuellement en service. En ce moment, les établissements Zeiss achèvent de construire une nouvelle série de stéréoautographes Orel, dits modèle 1913, qui ne présentent plus que des améliorations de détail.

Enfin, un modèle permettant l'emploi d'axes non horizontaux a été conçu et étudié dans tous ses détails.

C'est à la stéréophotogrammétrie combinée avec l'emploi du stéréoautographe Orel que s'applique le terme de *Stéréoautogrammétrie*.

1. *Description du Stéréoautographe.* — Nous décrirons, mais seulement très sommairement,

le modèle 1911, en nous bornant aux principes mêmes (fig. 13).

L'appareil se compose d'un stéréocomparateur Pulfrich pour plaques 13 × 18 adapté dans le prolongement vers la gauche du grand côté inférieur d'une solide planche à dessin de très grandes dimensions.

Contrairement au stéréocomparateur ordinaire, les deux châssis porte-clichés sont indépendants l'un de l'autre.

Le châssis du cliché gauche se prolonge, en outre, vers la gauche, de façon à permettre d'y disposer une épreuve sur carton bien plan parallèlement au cliché de gauche. Le microscope binoculaire porte à son extrémité gauche une tige terminée par un crayon C disposé au-dessus de l'épreuve et qui a pour objet de dessiner automatiquement sur cette épreuve la *perspective* des courbes de niveau dessinées au même moment en projection horizontale sur la feuille du dessin (voir la figure 8 représentant le stéréocomparateur et la figure 1 de la planche VI).

Un peu au-dessus de la planche à dessin et parallèlement à ce grand côté, c'est-à-dire à l'horizontale principale des clichés, est disposée une barre métallique rigide EE', portant deux écrous filetés, susceptibles d'être entraînés par deux solides vis sans fin *st* et *uv* parallèles et reliées entre elles au moyen de deux engrenages d'angle par une tige *tu*. Ces tiges tournent dans des paliers e_1 fixés au bâti de la machine. La vis *st* se termine par une manivelle, dite *manivelle des distances*. On voit qu'en tournant cette manivelle on détermine la translation de la barre EE' sur toute la surface de la planche à dessin.

Le microscope binoculaire est porté par une tige horizontale *hx*, perpendiculaire à l'horizontale principale des clichés, c'est-à-dire à EE'. Cette tige commande en *h*, à l'aide d'un pivot à coulisse, la rotation du bras *h*I du levier coudé à angle droit *h*III. Dans cette rotation, le pivot *h* glisse sur le bras *h*I. Le point I est un point fixe. Le point II est une articulation reliant le levier *h*III à la barre EE' et constituée par un pivot à double mouvement, c'est-à-dire se déplaçant le long de EE' et de III. La tige *hx* glisse dans un palier e_4 porté par le bâti.

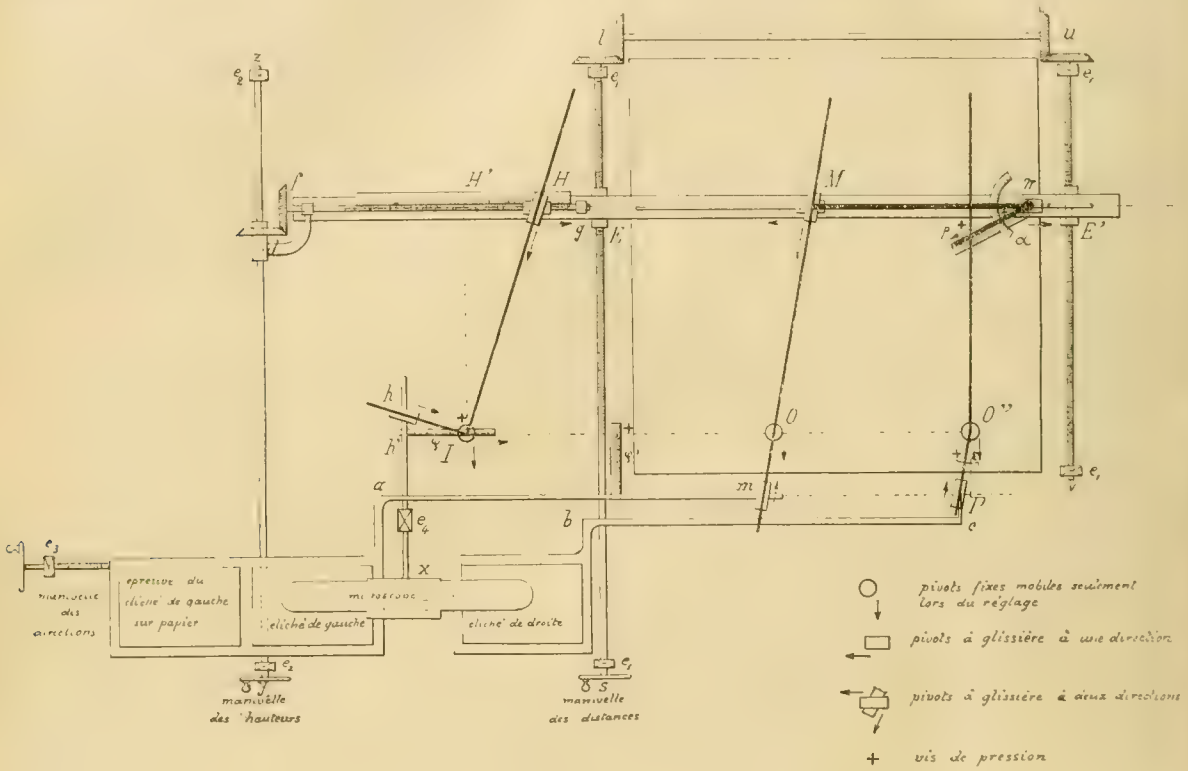


Fig. 13.

Le mouvement de II le long de la barre EE' est obtenu à l'aide d'une vis sans fin *fg* solidaire de EE' et reliée elle-même à une tige latérale *yz* au moyen d'un engrenage d'angle *df* porté par la barre EE'. En outre, le moyeu du pignon *d* de cet engrenage peut coulisser tout le long de *yz* à l'aide d'un ergot glissant dans une cannelure pratiquée dans cette tige. Celle-ci est portée par deux paliers e_2 fixés au bâti de la machine et se termine par une manivelle, dite *manivelle des hauteurs*.

On voit que, si l'on manœuvre cette manivelle

sans toucher à la manivelle des distances, le point H va se déplacer le long de EE′ qui restera fixe, en même temps que le microscope binoculaire se déplacera parallèlement au plan des clichés dans une direction perpendiculaire à l'horizontale principale. Si on tourne la manivelle des distances sans toucher à celle des hauteurs, on se rend compte immédiatement que le microscope exécutera le même mouvement, mais le point H restera fixe sur la barre EE′ pendant la translation de celle-ci.

Le châssis porte-cliché de gauche est relié par une tige *am* parallèle à EE′ à un levier *m*M tournant EE′ restée fixe, de même que le microscope.

On se rendra compte aussi facilement des conséquences des mouvements des autres manivelles et l'on verra ainsi, que si on les manœuvre toutes les trois simultanément, le microscope peut être amené au-dessus de n'importe quel point du cliché de gauche et le crayon M en n'importe quel point de la planche à dessin.

Enfin, le châssis porte-cliché de droite est relié, comme celui de gauche, par une tige coudée *bc*P portant un pivot à glissière P, à un levier PO″*p* oscillant autour du troisième pivot fixe O″. Ce levier est relié à l'articulation porte-crayon M de la

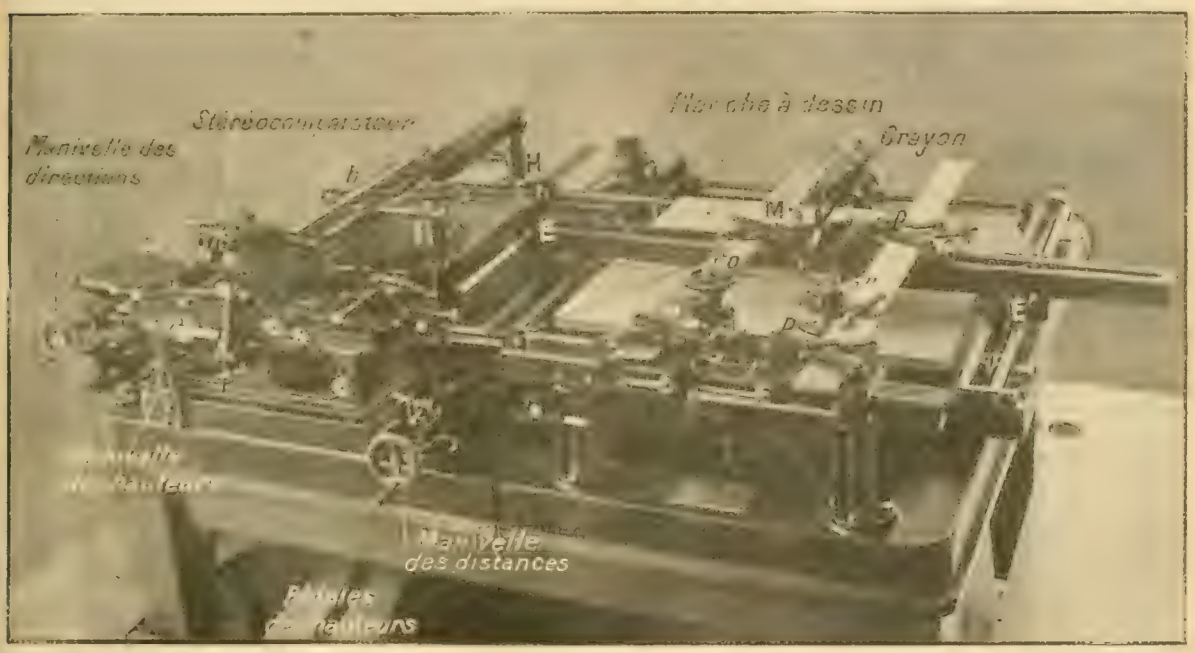


Fig. 14. — *Stéréoautographe d'Orel* (modèle 1911). (Les lettres correspondent à celles de la figure 13).

autour du point fixe O. La liaison se fait à l'aide d'un pivot mobile à glissière *m* de telle sorte que, pendant la rotation, *m*, fixe sur *am*, se déplace au contraire sur OM. Le point M est constitué par une articulation à pivot et à double glissière reliant le bras du levier OM à la barre EE′, de telle sorte que le pivot M peut glisser soit sur EE′, soit sur M*m*. C'est ce point M qui porte *le crayon* dessinant automatiquement la carte. Le mouvement de rotation du levier OM est provoqué par la rotation d'une manivelle, dite *manivelle des directions*, fixée sur le châssis porte-cliché de gauche et se vissant dans un écrou-palier e_3 porté par le bâti de la machine. On voit qu'en manœuvrant cette manivelle sans toucher aux deux autres, le cliché de gauche se déplacera dans une direction parallèle à EE′. Le levier oscillera autour de O et, dans ce mouvement, le crayon décrira tous les points de barre EE′ par une pièce spéciale Mπp constituée par deux tiges articulées en π. La tige Mπ ne possède qu'un mouvement de glissement le long de EE′; la tige πp porte un pivot *p* à deux glissières la reliant au levier *p*O″ et susceptible, par conséquent, de glisser sur *p*O″ et sur $p\pi$. Dès lors, si l'on manœuvre la manivelle des directions sans toucher aux deux autres, ce qui a pour effet, comme on l'a vu, de déplacer le cliché de gauche parallèlement à EE′, la translation de la pièce Mπp va provoquer aussi celle du cliché de droite.

En résumé, la manœuvre des trois manivelles permet de pointer le « repère mobile » du microscope binoculaire sur un point quelconque du paysage stéréoscopique, et d'amener le crayon sur un point quelconque de la planche à dessin.

La barre EE′ porte une échelle micrométrique HH′ graduée dans les deux sens, dont le zéro est au

point H', pied de la perpendiculaire abaissée de I sur EE'. C'est sur cette graduation que se lisent les différences de niveau des points visés par rapport à la station de gauche.

La distance du point I à la tige xh peut être modifiée à volonté, à l'aide d'une graduation micrométrique φ. La tige πp porte également une vis micrométrique permettant de régler exactement la longueur πp. En outre, l'angle $p\pi M$ peut être modifié à volonté, à l'aide d'une graduation micrométrique angulaire α. La partie O''P du levier PO''p peut être également coudée en O'', de façon que PO'' puisse faire un angle quelconque avec O''p, et ce à l'aide d'une graduation micrométrique angulaire ε.

Enfin, les trois points fixes I, O et O'' sont sur une même droite parallèle à EE', mais peuvent être tous déplacés simultanément dans une direction perpendiculaire à EE' et d'une quantité quelconque par rapport à la ligne droite amP, mesurée à l'aide d'une division micrométrique φ'.

La graduation $p\pi$ sert à donner la longueur de base. La graduation φ' sert à rendre la distance de la droite IOO'' à la droite amP égale à f, distance focale du stéréophotothéodolite. La graduation φ sert à donner la même valeur à la distance Ih; la graduation α à donner à l'angle Mπp la valeur de l'angle de l'axe optique du cliché de gauche avec la perpendiculaire à la base. (Dans le « cas normal », πp vient coïncider avec Mπ). La graduation ε sert à donner à l'angle PO''p la valeur ε de l'angle des deux axes optiques dans le cas des axes convergents. Des vis de pression permettent de fixer solidement les positions des curseurs sur ces différentes échelles.

La figure 13 est, bien entendu, purement schématique; en particulier, la manivelle des hauteurs est doublée dans la réalité d'une pédale, de sorte que l'opérateur peut manœuvrer d'une façon absolument simultanée les trois mécanismes des hauteurs, des directions et des distances.

La figure 14 donne une vue du modèle 1911.

2. *Principes du fonctionnement du stéréoautographe.* — Nous allons maintenant exposer en quelques mots les principes géométriques et mécaniques extraordinairement simples et ingénieux sur lesquels repose le fonctionnement de ce merveilleux appareil :

Soient en projection horizontale sur le plan de la carte (fig. 15) les axes optiques OX et O'X' de la chambre dans ses deux positions aux deux extrémités de la base OO'. Nous supposons réalisé le cas des axes parallèles entre eux, mais obliques à la base, α étant l'angle de la base avec la normale aux deux axes. Soient OF et O'F' la distance focale de l'objectif en vraie grandeur et par conséquent FH et F'H', perpendiculaires à FX et F'X', les traces sur le plan horizontal des plans des clichés supposés verticaux.

Soit en M, et à l'échelle du plan, la projection

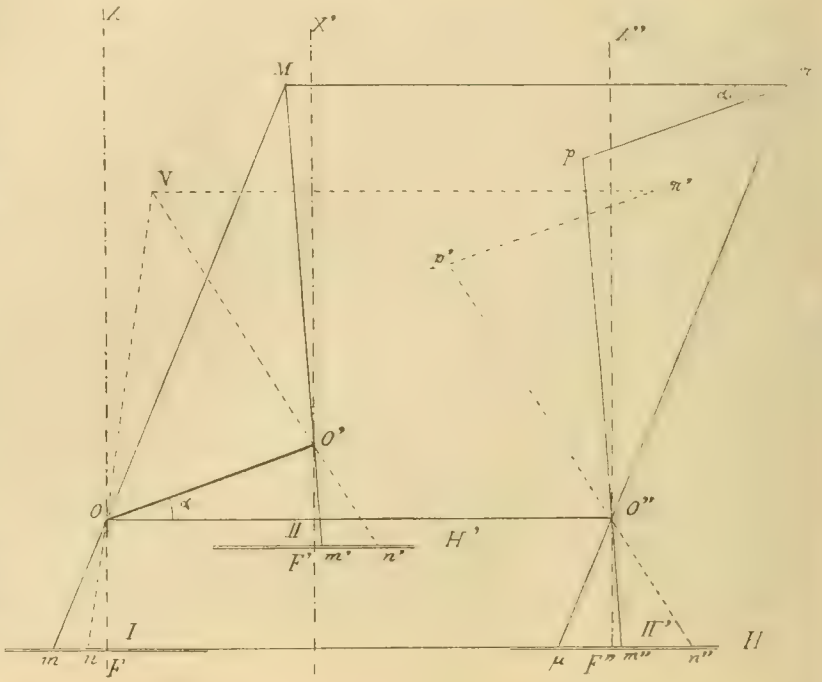


Fig. 15.

horizontale d'un point du terrain. Les points d'intersection m et m' des droites MO et MO' respectivement avec les traces FH et F'H' représentent donc les projections, sur l'horizontale principale de chaque cliché, de l'image du point M sur ce cliché, c'est-à-dire que Fm et F'm' sont les abscisses de ces images comptées sur cette horizontale à partir des centres F et F' des clichés (voir fig. 1 et 2). On voit donc que la construction du point M pourrait s'effectuer de cette façon en partant des abscisses Fm et F'm'. Mais on se rend compte immédiatement aussi que cette position des clichés s'oppose absolument à leur emploi dans un stéréoscope et à plus forte raison dans le stéréocomparateur.

Menons OO'' parallèle à FH et prenons sur cette droite un point O'' à une distance *arbitraire* de O. Si l'on y transporte alors le point O', la droite O'X'

restant parallèle à elle-même, on voit de suite que la trace du cliché de droite F'H' vient coïncider avec le prolongement de la trace FH du cliché de gauche, de telle sorte que le foyer F' vient en F'' et l'axe optique F'X' en F''X''.

Dans cette position, les deux clichés se prêtent à l'examen stéréoscopique et par conséquent à l'emploi au stéréocomparateur.

Prenons sur F''H et avec leurs sens les longueurs F''μ et F''m'' respectivement égales à Fm et à F'm' et menons les droites πO''μ et pO''m''; elles sont respectivement parallèles à Mm et à Mm'.

Menons Mπ parallèle à OO'' jusqu'à son intersection π avec πO''μ. On voit de suite que Mπ est égal à la longueur arbitraire OO''. Par le point π menons πp parallèle à la base OO'. On démontre sans difficulté que $\pi p =$ OO'. En outre, l'angle Mπp est égal à l'angle α.

On conçoit dès lors que la construction du point M, au lieu de résulter de la simple intersection de la droite mOM avec la droite m'O'M, comme dans la première position du cliché H, s'obtiendra aisément dans la position H' par l'intersection de la même droite mOM avec le côté Mπ de la fig. MπpO''m'', car il est évident que, pour une position donnée de Om et de O''m'' (c'est-à-dire pour un point donné M), il n'existe qu'une position de la figure M$p\pi$ définie par la construction ci-dessus.

Il sera donc facile de construire un autre point quelconque N correspondant aux images n, n', n'' en assujettissant simplement la figure *indéformable* Mπp à se déplacer parallèlement à elle-même, de façon à venir en N$\pi' p'$.

Si l'on rapproche maintenant la figure précédente de la figure 13 qui donne le schéma du stéréoautographe, on se rend compte immédiatement qu'il ne fait que réaliser mécaniquement cette construction et ces liaisons mécaniques à l'aide des leviers pivotant autour des centres O et O''. La seule différence réside en ce que les deux clichés sont reportés sur le côté, de façon à dégager la planche à dessin, et assez rapprochés l'un de l'autre pour permettre l'examen au microscope binoculaire.

Leurs mouvements dans le sens de l'horizontale principale sont simplement renvoyés dans leur direction et en vraie grandeur jusqu'aux points d'attaque m et P qui correspondent aux points m et m'' de la figure 15.

Dans le cas général où les axes optiques deviennent *convergents* et font entre eux un angle ε, soient encore OX et O'X' les deux axes optiques et FH et F'H' les traces des deux clichés (fig. 16). Si l'on fait tourner l'axe O'X' autour du point O' d'un angle égal à ε, le cliché H vient en H' parallèle à I. L'examen de la figure 16 montre de suite que l'on retombe sur le cas précédent des axes parallèles, à la seule condition d'envisager non plus le rayon lumineux rectiligne MO'm', mais le rayon brisé MO'm'' tel que m''O' fasse avec MO' précisément l'angle ε.

L'examen du schéma du stéréoautographe montre

Fig. 16.

encore que cette disposition est réalisable à l'aide de la graduation ε.

3. *Tracé des courbes de niveau.* — Nous venons d'étudier le fonctionnement des mécanismes des *distances* et des *directions*. Il reste à examiner celui des *hauteurs*.

On a vu (fig. 10) que la différence d'altitude h d'un point du cliché de gauche par rapport à cette station s'obtient à l'aide de la formule $h = \frac{Ay}{f}$ où A est la distance du point à la base, f la distance focale de l'objectif de la chambre et y l'ordonnée de l'image de ce point sur le cliché de gauche, c'est-à-dire sa distance en millimètres à l'horizontale principale du cliché.

On démontre aisément que, dans le cas d'une base oblique par rapport aux axes optiques *parallèles*,

la longueur A, qui entre dans cette formule, devient la distance du point non plus à la base, mais à la projection de cette base sur la perpendiculaire aux axes.

C'est cette formule que réalisent géométriquement les deux triangles semblables $h'h$I et II'III dans lesquels, en effet, on a $\frac{hh'}{h'\mathrm{I}} = \frac{\mathrm{III}'}{\mathrm{II}'\mathrm{I}}$ ou encore $\mathrm{III}' = \frac{\mathrm{II}'\mathrm{I}}{h'\mathrm{I}}\, hh'$ (fig. 13). Or, on sait que h'I est égal à f; quant à hh', il est égal au déplacement du microscope binoculaire, c'est-à-dire précisément à la valeur y de l'ordonnée du point visé à l'aide du « repère mobile ». Enfin, on voit aisément que II'I est précisément la distance du point M à la projection de la base sur la perpendiculaire aux axes optiques. Il en résulte que III' est bien égal à h et que l'on peut ainsi lire immédiatement sur l'échelle III' la différence de niveau de chaque point M construit automatiquement, différence comptée à partir du point II'.

Si donc on fixe à l'aide d'une vis de pression la glissière II en un point quelconque de la graduation III', et que l'on manœuvre ensuite la manivelle des *distances* et celle des *directions*, le levier coudé hIII entraîné par la barre EE' glissera dans l'articulation à pivot II, *sans que la longueur imposée à III' puisse varier*; mais, comme on l'a vu, son petit bras Ih entraînera à son tour, par l'articulation à glissière h, tout le microscope binoculaire. On comprend de suite que, dans ces conditions, *le « repère mobile » idéal ne pourra se mouvoir que dans un plan horizontal, puisque la différence de niveau* III' *reste constante*. Dès lors tous les points du terrain que l'opérateur lui fera toucher seront des points de *la courbe de niveau* correspondant à cette différence de niveau III' et comme on peut maintenir ce *repère mobile* sans interruption au contact du sol, le crayon tracera ainsi sur le plan du dessin la courbe de niveau correspondante, non plus par interpolation, non pas même par points très espacés, comme dans les procédés anciens les moins imparfaits applicables seulement aux très grandes échelles, mais d'une façon *absolument continue* et avec ses moindres sinuosités et cela sans la moindre difficulté, puisqu'il suffit à l'opérateur de manœuvrer les deux manivelles des directions et des distances en maintenant le contact du « repère mobile » avec le terrain. Aussi l'allure du tracé varie-t-elle de 2 à 5 millimètres par seconde, suivant la distance, l'échelle, la nature du terrain et la qualité des clichés.

Fig. 17. — *Terrain levé comparativement au tachéomètre et au stéréoautographe* (voir la planche I).

VIII. — Les résultats actuels et l'avenir de la stéréoautogrammétrie

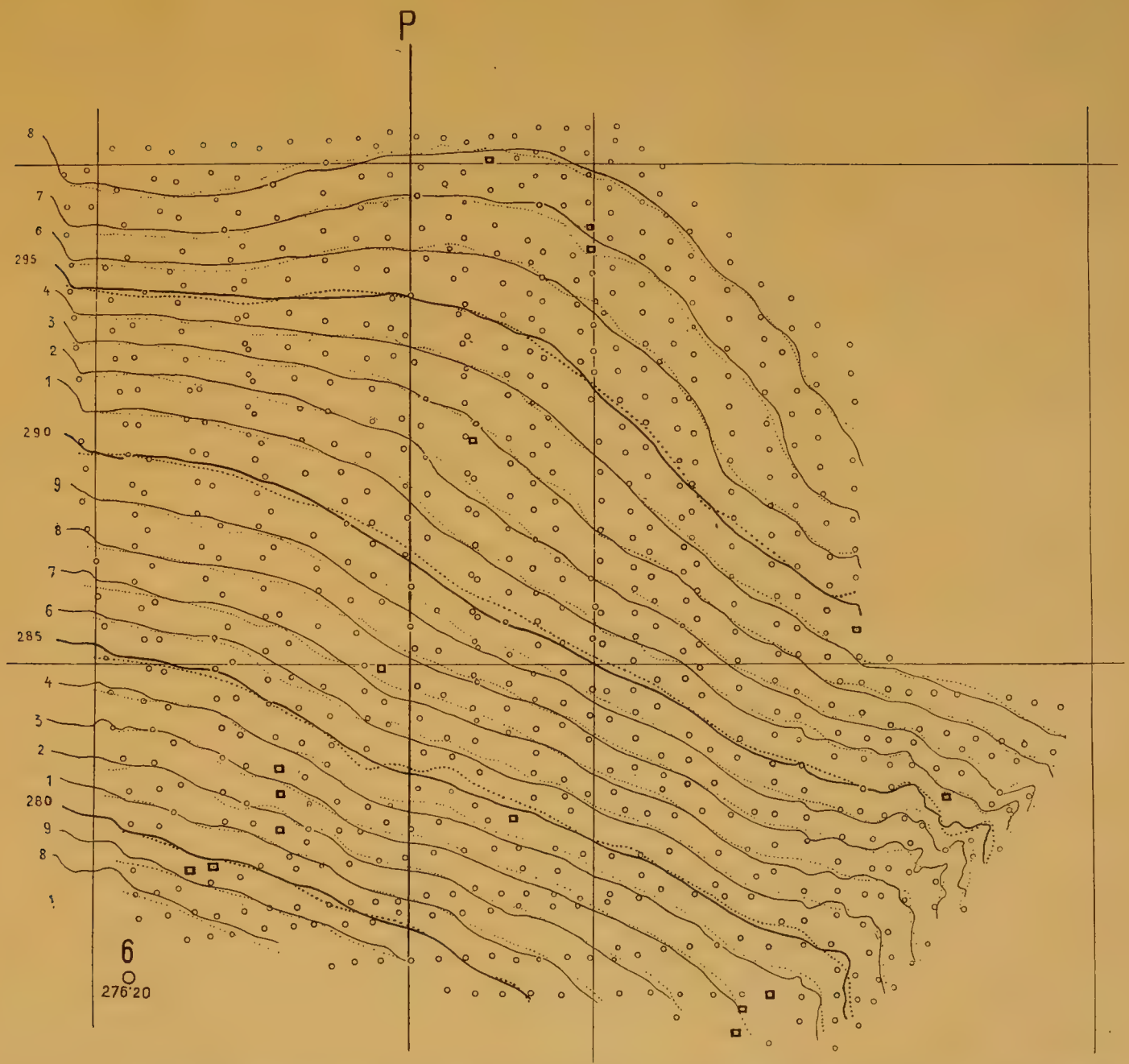
§ 1. — Les Avantages.

Nous allons montrer rapidement la supériorité vraiment écrasante de la stéréoautogrammétrie sur les anciens procédés partout où elle est applicable :

1. *Rapidité.* — Tout d'abord, la *rapidité* du travail *sur le terrain* et au *bureau* laisse loin derrière elle celle de *tous* les procédés anciens aux mêmes échelles.

Ainsi au 1/20.000 un topographe exercé n'atteint pas 10 kilomètres carrés par mois dans un lever régulier à la planchette en montagne, soit 0 k², 3 par jour de travail effectif. C'est le chiffre normal des opérateurs du Service Géographique de l'Armée pour les levers réguliers dans les Alpes, qui doivent servir de base à notre nouvelle carte au 1/50.000.

D'autre part, l'Institut Géographique Militaire autrichien réalisait normalement, dans ses levers du Tyrol au 1/25.000, 2 kilomètres carrés par opérateur et par jour (150 kilomètres carrés en moyenne par campagne de six semaines, avec deux



Comparaison d'un lever tachéométrique avec la méthode stéréoautographique. — Echelle : 1/1000. Equidistance des courbes 1 mètre.
——— Courbes de niveau reportées à l'autographe; ..... Courbes de niveau obtenues au tachéomètre; ○ Points tachéométriques exacts; □ Points tachéométriques faux.

équipes), par l'emploi du procédé photogrammétrique Laussedat; 1.418 kilomètres carrés environ ont été levés ainsi à l'aide de 1.167 stations.

Depuis 1909, comme on l'a vu, ce procédé a été complètement abandonné pour le procédé stéréoautogrammétrique. Depuis ce moment, l'allure normale est de 800 kilomètres carrés par campagne annuelle de six à huit semaines, avec une seule équipe, *soit environ 10 kilomètres carrés par jour et par opérateur*; 2.880 kilomètres carrés ont été levés ainsi jusqu'à la fin de 1912 avec 334 stations.

La différence entre les deux derniers procédés résulte surtout de la différence de rendement des stations en surface levée (1 km² 2 environ dans le premier cas; 8 km² 6 environ dans le second).

En 1913, en vingt jours, du 10 juillet au 1er août, l'équipe autrichienne a levé 390 kilomètres carrés avec 26 stations, soit 10 kilomètres carrés par station.

Le lever du massif du Dachstein au 1/20.000, par la Société viennoise fondée par M. von Orel, la « Stereographik », embrasse 362 kilomètres carrés et a exigé 35 bases et trente jours d'opérations en 1912, soit 12 kilomètres carrés par jour et 10 km² 3 par base. Le terrain était d'ailleurs peu favorable, à cause de la prédominance des hauts plateaux avec peu de points culminants, ce qui obligeait, par conséquent, à multiplier les stations.

Au 1/1.000, la vitesse des levers stéréoautogrammétriques, calculée sur de nombreux travaux techniques exécutés par la « Stereographik », est de 50 à 60 hectares par jour de travail effectif et par équipe, dans les terrains les plus difficiles. Or, ce n'est que sur des terrains faciles et très peu inclinés que l'on peut atteindre à peine le tiers de cette allure au tachéomètre (10 à 20 hectares), mais avec une précision et une exactitude bien inférieures; sur des terrains très accidentés d'allure, la précision et l'exactitude baissent très rapidement.

En ce qui concerne le *travail cartographique*, il n'y a plus de comparaison possible, puisque les anciens procédés ne fournissent rien d'analogue aux plans par courbes dessinées d'une façon *continue* par le stéréoautographe. Disons seulement qu'un seul de ces appareils peut cartographier au moins 3.000 kilomètres carrés par an au 1/20.000, sauf, bien entendu, les lacunes correspondant aux régions ou aux petits détails de planimétrie invisibles depuis les stations et qui doivent être complétées sur le terrain dans une deuxième campagne, et généralement par les procédés anciens, en raison même de leur étendue toujours très faible, si les bases ont été judicieusement choisies; c'est dans cette campagne également que sera recueillie la « Nomenclature ».

On conçoit dès lors facilement quelles économies peut procurer le nouveau procédé dans l'exécution des plans en général, en particulier dans celle des cartes d'État, économies d'argent, de personnel, et surtout de temps.

2. *Précision.* — La *précision* des plans obtenus à l'aide du nouveau procédé a été longtemps mise en doute par les techniciens mal informés, et pourtant le fait seul de son adoption définitive, et à l'exclusion de tous autres dans tous les terrains favorables, par l'Institut Géographique Militaire autrichien, depuis 1908, et ce après seize ans d'expérimentation et de travaux continus sur une très grande échelle (2.870 kilomètres carrés de levers), aurait dû être considéré comme une garantie certaine de cette précision.

Nous en donnerons néanmoins, ci-après, quelques preuves.

Rappelons d'abord que le Service Géographique de l'Armée a procédé en 1911 à l'expérimentation, dans le massif de l'Oisans, du procédé stéréophotogrammétrique, puis à la restitution du plan au 1/20.000, à l'aide du stéréocomparateur de Pulfrich. Or, au cours du travail sur le terrain et en vue de fournir un contrôle, vingt-trois points bien nets compris dans les vues avaient été déterminés au théodolite, depuis les stations principales, par le procédé d'intersection. La position de ces points fut ensuite calculée trigonométriquement. Or, voici les termes du Rapport officiel au sujet des résultats de ce contrôle :

« La comparaison de la position et de l'altitude des points de contrôle fournies par la restitution photogrammétrique, avec celles fournies par le calcul trigonométrique pour les mêmes points, a donné la mesure de l'exactitude des opérations de restitution. *Les différences ont été inappréciables en position et n'ont pas atteint 2 mètres en altitude*[1]. »

C'est à la suite de la répétition de ces constatations, en 1912 et en 1913, que l'acquisition d'un stéréoautographe Orel vient, comme nous l'avons dit, d'être décidée.

La planche I représente un lever comparatif au 1/1.000 effectué aux environs de Vienne :

1° A l'aide du procédé stéréoautogrammétrique (courbes en traits pleins);

2° Au tachéomètre (courbes en pointillé et points isolés).

Le lever tachéométrique, qui devait servir à « tarer » le nouveau procédé, a été naturellement exécuté avec un soin extrême, inusité même, puisqu'il comportait *trois cent cinquante points par*

[1] *Cahiers du Service géographique de l'Armée*, n° 34. VIDAL : Rapport sur les travaux exécutés en 1911, page 44.

hectare. Aussi a-t-il permis une définition par courbes équidistantes de 1 mètre particulièrement exacte. On peut dire que ces courbes représentaient le maximum de précision du procédé tachéométrique compatible avec l'échelle.

Le dessin à l'autographe a été exécuté sur la feuille même de ce lever tachéométrique.

Or, tout d'abord, tous les points tachéométriques repointés à l'autographe ont été retrouvés avec la même cote, sauf *seize* d'entre eux marqués d'une façon particulière sur la planche et ces *seize* points ont été, après vérification, reconnus entachés d'une erreur dans les calculs tachéométriques.

En second lieu, on voit de suite que les courbes tachéométriques interpolées ne sont pas tout à fait exactes et s'écartent même sensiblement de la réalité dans la région de droite, où elles sont trop schématiques et ne représentent aucune des délicates ondulations d'un petit ravinement, parfaitement rendu au contraire par les courbes continues du stéréoautographe. La supériorité de la précision est ici bien nette.

Enfin, on se rend compte, en examinant la figure 17, qui reproduit le cliché de la station de gauche de la base, à quel point ce terrain uni et sans obstacle se prêtait à un lever tachéométrique précis et facile et on remarque immédiatement aussi que l'ancien procédé Laussedat n'aurait rigoureusement rien pu donner, puisque le cliché ne montre sur ce terrain fuyant et uni absolument aucun détail appréciable se prêtant à une construction graphique quelconque. C'est une réponse topique aux techniciens qui croient encore que la nouvelle méthode ne peut s'appliquer, comme l'ancienne, qu'aux terrains en amphithéâtre; et c'est en même temps la preuve que l'ancienne photogrammétrie n'a plus de raison d'être et doit disparaître.

La planche II reproduit, mais au 1/2.000, c'est-à-dire réduit de moitié, le lever au 1/1.000 du lac de Pormenaz, aux environs du col d'Anterne (Haute-Savoie), lever exécuté sur notre demande par la « Stereographik », au mois d'août dernier, pour servir de base à une étude technique spéciale. La durée du travail sur le terrain a été d'une demi-journée et au stéréoautographe de vingt-trois heures. Les courbes, sur notre demande, n'ont été dessinées que jusqu'à la cote + 20 mètres au-dessus du lac et il n'y avait aucune planimétrie. Les trois bases nécessaires sont représentés avec leur direction et leur longueur, ainsi que le champ des trois clichés de la station de gauche de chaque base.

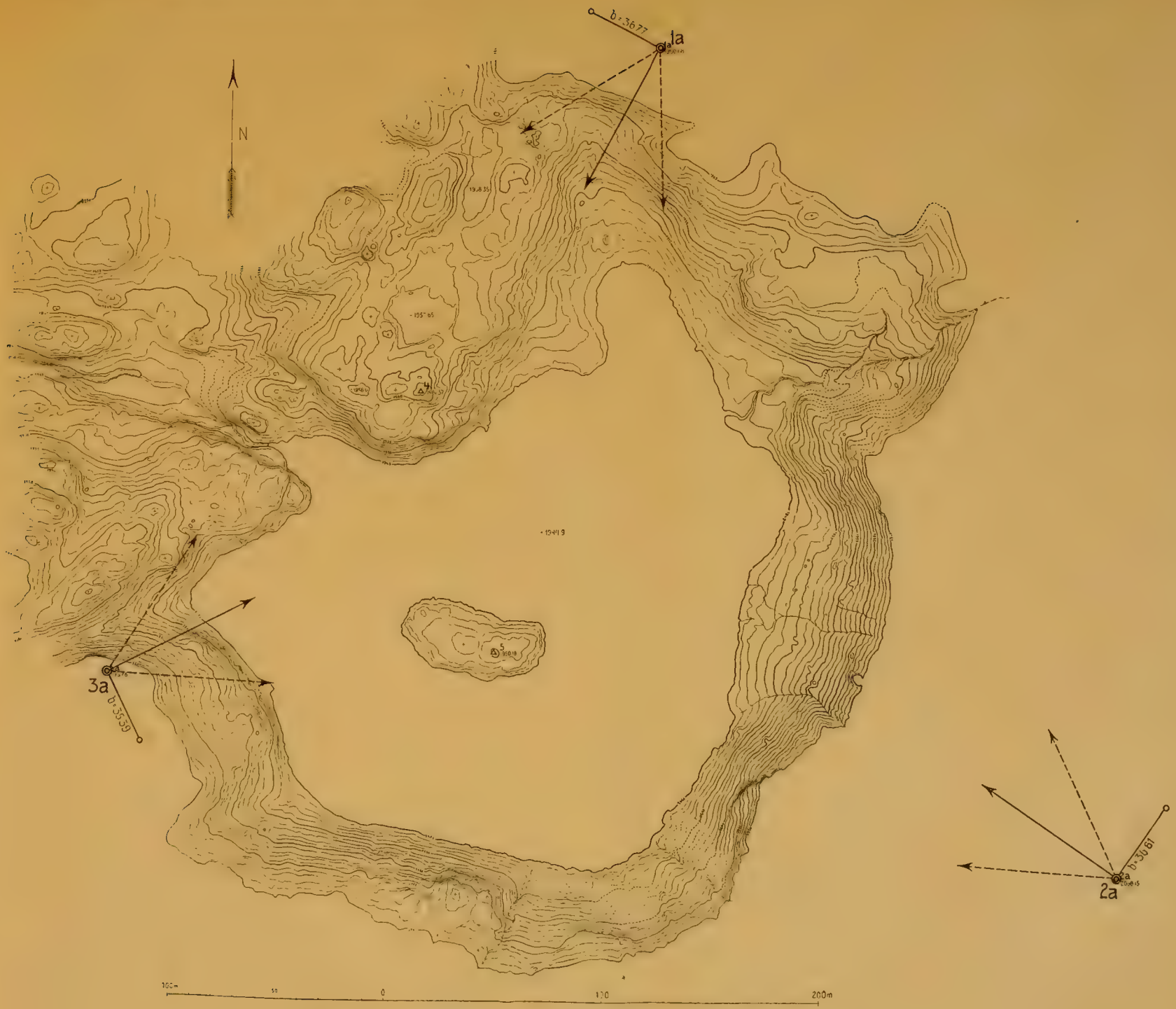
Or, pendant le travail au stéréoautographe on a pu constater que, le « repère idéal » ayant été réglé à un moment donné par l'opérateur pour rester dans un plan qui, si l'appareil était exact, devait être horizontal et correspondre à la surface du lac, ce repère a pu ensuite être amené par l'opérateur à suivre avec précision les moindres sinuosités de la rive du lac et de l'îlot central (fig. 1, pl. VI). C'est une preuve saisissante de la précision de l'instrument, puisqu'il s'agissait là d'une courbe de niveau continue tracée sur le terrain même par la nature.

Citons encore ce dernier fait : c'est que les divers tracés d'une même courbe de niveau, obtenus par plusieurs opérateurs se succédant à l'autographe, se superposent si exactement que le trait épaissit purement et simplement.

On voit donc que la précision du procédé est au moins égale à celle des procédés anciens les plus perfectionnés aux mêmes échelles et, ce qui est plus étonnant encore, qu'elle ne dépend que pour une faible part des opérations sur le terrain, qu'elle est en quelque sorte constante et qu'elle est toujours la précision maxima compatible avec l'échelle du plan fourni par le stéréoautographe.

3. *Richesse du modelé.* — Un autre avantage capital, et sur lequel il y a lieu d'insister, des plans fournis par le stéréoautographe, consiste dans la *richesse* et la *délicatesse* infinies du modelé de terrain qu'il fournit à l'aide de ses courbes *continues.* A ce point de vue, aucun autre procédé ne peut, même de loin, donner quelque chose d'approchant. On peut même dire que jamais des modelés de terrain d'une pareille vérité n'avaient été même entrevus. L'ancienne courbe de niveau, la plupart du temps interpolée, ou, exceptionnellement et sur de très petites étendues et aux très grandes échelles, « filée » à l'aide de *quelques* points *sur le terrain*, n'était généralement qu'une approximation plus ou moins grossière de la réalité, un simple schéma. Que dire de celle interpolée *au bureau*, d'après quelques points cotés, semés le moins mal possible sur le papier, construits eux-mêmes d'après les chiffres sans contrôle des carnets d'opérateurs? C'est pourtant le cas de presque tous les levers dits de précision au tachéomètre et on a vu plus haut que, même dans un tel lever *d'extrême précision*, il s'est encore glissé des erreurs impossibles à reconnaître.

L'aspect des cartes avec courbes stéréoautographiques est tellement nouveau pour l'œil des techniciens, en raison de la richesse inouïe de son modelé, que quelques-uns se sont plaints de cette richesse même qui empêcherait de se rendre compte de l'ensemble des formes du terrain. Pour notre part, nous n'avons jamais eu cette impression, bien au contraire, Toutefois, comme l'a fait observer von Orel, rien n'est plus facile, dans le travail final d'exécution de la carte, que de supprimer les petites sinuosités de la nature qui pourraient être considérées comme gênantes à cet



Lever du Lac de Pormenaz au stéréoautographe (L'équidistance des courbes est de 1 mètre).

2
-
L
e
e
l
l

f

r
n
f
o
e

t
e
li
n
o
r
s
e

f
g
s
p
a
r
n
c
g
a
m
q
t
n'

à-
d
Sa
«
se
d
jo
h
d
d
b
t
cli

p
a
d
et

égard; mais la différence est essentielle avec les autres procédés qui fournissent des courbes dont *aucun* point, sauf très exceptionnellement, n'est exact, tandis qu'ici la plus grande partie de la courbe finale — et de beaucoup — est absolument exacte et, en outre, il reste toujours, chose capitale, à l'appui de la simplification du dessin de la courbe finale, la courbe originale du stéréoautographe. Actuellement, rien de pareil : tout dépend du travail du topographe sur le terrain (nous ne parlons pas des levers tachéométriques, généralement très inférieurs au point de vue courbes de niveau), et par conséquent de sa valeur personnelle, de son instruction, de son expérience et de son habitude du terrain, de ses connaissances « topologiques » en un mot. Or, on peut dire que ce n'est que depuis bien peu d'années (15 à peine) que la topologie, cette science nouvelle, s'est suffisamment répandue chez les meilleurs topographes pour que les levers de terrains accidentés à la planchette et au 1/20.000, qui servent généralement de base à la réfection de la carte des grands États, aient cessé d'être de véritables caricatures du terrain.

Les cartes actuelles d'un grand pays doivent satisfaire à des besoins de plus en plus variés et par conséquent répondre à des exigences toujours croissantes. En particulier les recherches de géographie physique ou de géologie imposent au topographe moderne une connaissance approfondie de leurs principes, s'il veut établir une carte qui puisse ensuite fournir une base sérieuse, indispensable actuellement, à ces sciences. Et néanmoins, quelle difficulté dans ces levers sur le terrain!

Comme l'a dit, dès 1868, le Colonel Goulier, le Maître incontesté de l'ancienne Topographie française : « Le topographe parcourt le terrain pas à pas, comme le moucheron qui circule sur le modèle du sculpteur. Il ne voit la surface que par éléments successifs et quand parfois il parvient à obtenir, pour une partie assez restreinte, une vue d'ensemble, cette surface est souvent éclairée défavorablement et souvent aussi l'observateur est trop distant pour que la vision binoculaire lui fasse concevoir avec exactitude les formes qu'il doit représenter. »

Dans la nouvelle méthode, au contraire, l'opérateur sur le terrain n'a besoin d'aucune de ces qualités généralement bien rares; il n'est même pas, à proprement parler, un topographe : il doit simplement être soigneux, consciencieux, et habitué au maniement des instruments de précision et à la photographie. La seule expérience qu'il doit avoir et qu'il acquiert d'ailleurs bien vite, c'est celle du meilleur choix des bases, en vue d'embrasser le plus de terrain possible dans ses clichés, et cela consiste la plupart du temps à s'élever le plus haut possible. Il n'a rien à étudier du terrain, rien à *interpréter*, rien à comprendre, rien à dessiner. Et au bureau encore, pas de topographe au stéréocomparateur, simplement un opérateur possédant des yeux normaux au point de vue de la vision stéréoscopique et des mains également habituées au maniement des instruments de précision.

Le résultat presque instantané de ces opérations purement mécaniques, c'est un plan par courbes d'une richesse merveilleuse de modelé et qui est l'image d'autant plus fidèle de la nature que rien n'est plus facile que de tracer dans une région trop accidentée toutes les courbes intercalaires que l'on désire pour analyser plus complètement les mouvements de terrain qui seraient reconnus devoir échapper entre deux courbes à l'équidistance normale de la carte, courbes toujours aussi fidèles d'ailleurs que les précédentes.

Comme l'a fait remarquer von Orel, c'est la suppression de toute personnalité dans les innombrables minutes qui servent de base à la carte d'une grande région, au lieu de la collection actuelle de véritables *manuscrits individuels*, qui ne valent chacun que par le talent de leur auteur, par quoi s'expliquent les variations dans la qualité du modelé que l'on observe si fréquemment dans les grandes Cartes, non pas même d'une feuille à l'autre, mais sur une même feuille.

C'est enfin le renversement complet et extraordinaire de l'ordre même d'exécution des parties essentielles d'une carte : planimétrie, détermination des points cotés, construction des courbes. Le nouveau procédé fournit, *dès le début et avant tout* au cartographe, les *courbes* qui étaient jadis pour lui le *couronnement* capital de son travail.

Passons au travail dit « de généralisation » qui s'impose ensuite pour l'exécution de la carte proprement dite d'Etat, laquelle est ordinairement à échelle inférieure à celle des minutes[1].

Ici, seulement, il faudra toujours, dans toutes les méthodes, un topographe de premier ordre, puisqu'il s'agit de simplifier, de schématiser, et cela la plupart du temps en supprimant des courbes pour laisser le champ libre à la planimétrie et aux écritures dont l'importance relative augmente à mesure que l'échelle diminue. Ce travail exige une expérience consommée, puisqu'il faut savoir rendre visibles et saisissables les traits caractéristiques d'un terrain qu'il est généralement impossible à l'exécutant de connaître *de visu* dans tous ses détails ; il est réduit à tout tirer des minutes dont

[1] Ainsi, pour la nouvelle carte de France au 1/50.000, les minutes sont levées au 1/20.000 et même, pour certaines régions, au 1/10.000.

il dispose et à s'inspirer de son expérience et de ses connaissances topologiques. Aussi, bien souvent, comme l'a dit le général Berthaut : « On sent la nécessité d'aller voir sur le terrain même comment il est fait ». Et il faut pourtant se contenter d'adopter un tracé pour la seule raison qu'on le croit le plus probable.

Avec le nouveau procédé, rien de plus facile : il suffit au topographe en chambre de se pencher sur le stéréoscope à miroirs portant la paire de diapositives qui représente la région à généraliser, pour avoir immédiatement sous les yeux le terrain lui-même et non plus un petit coin de ce terrain, mais son ensemble sur 15 ou 20 kilomètres carrés, avec un relief saisissant et la perception aiguë et instantanée du modelé des grandes formes. Quelle supériorité sur le misérable moucheron décrit par le colonel Goulier!

La tâche du « généralisateur » sera d'ailleurs encore facilitée si les opérateurs sur le terrain, les photographes en un mot, sont munis d'appareils stéréoscopiques à main de petit format (4,5/10,7) et ont soin de recueillir, au cours des marches effectuées pour leurs opérations régulières, des collections de petits clichés stéréoscopiques « à grand écartement », suivant le procédé si simple et si rapide indiqué à la page 235, toutes les fois qu'ils passent en un point fournissant de belles vues d'ensemble sur la région du lever.

Il y a encore là un avantage capital qui sera facilement apprécié des spécialistes.

Les exemples qui suivent permettront au lecteur de se rendre compte de cette supériorité du modelé des cartes stéréoautogrammétriques.

La planche III est empruntée à la carte de France, dite de l'Etat-Major au 1/80.000 (feuille d'Annecy, nord-est). Le trait bleu plein indique les contours d'un lever au 1/20.000 que la « Stereographik » a exécuté et cartographié pour notre compte au mois d'août dernier, lever appuyé sur le réseau de triangulation si exact de MM. Vallot, que ces Messieurs avaient bien voulu nous communiquer. La surface correspondante est de 140 kilomètres carrés environ. Le trait bleu interrompu indique le terrain total embrassé par les clichés, c'est-à-dire celui qui a été réellement levé et qui aurait pu être aussi facilement cartographié; il embrasse 237 kilomètres carrés. Les flèches indiquent la direction de l'axe du cliché *normal* de gauche des différentes bases. La carte terminée nous a été livrée à la fin du mois de janvier 1914, mais elle est de trop grandes dimensions pour pouvoir figurer ici.

Disons seulement qu'une grande partie de ce lever au 1/20.000 appartient au territoire du Canton de Saint-Gervais (Haute-Savoie), dont le cadastre a été refait avec un très grand soin, il y a une quinzaine d'années. La Direction du Cadastre du département de la Haute-Savoie a bien voulu nous faire établir une copie de haute précision du « tableau d'assemblage » au 1/20.000 de ce cadastre, en y reportant ses points trigonométriques, ainsi que ceux de la triangulation de MM. Vallot. Il a donc été facile de superposer exactement ce calque et le plan original par courbes donné par l'autographe; la concordance a été absolument surprenante, car tous les moindres ruisseaux du calque sont venus se loger dans les thalwegs du plan par courbes. C'est encore une preuve remarquable de la précision du nouveau procédé.

La planche IV reproduit une partie du plan complet par courbes fourni par l'autographe Orel et relatif à un autre lever exécuté pour son propre compte par la « Stereographik », à l'aide d'une seule base depuis le Brévent sur tout le versant opposé de la vallée de Chamonix jusqu'aux crêtes du mont Blanc. Les cinq points de contrôle proviennent de la triangulation de MM. Vallot, très obligeamment mise à notre disposition par ces Messieurs. Les trois clichés ont ainsi fourni d'un seul coup, au stéréoautographe, 30 kilomètres carrés de plan par courbes portant sur des régions dont une grande partie est absolument inaccessible (trait rouge de la planche III). Nous remercions M. von Orel de nous avoir autorisés à reproduire ici ce document encore inédit, d'autant plus intéressant qu'il comprend toute la planimétrie qui a pu être discernée sur les clichés et exécutée à l'autographe.

La figure 2 de la planche VI donne l'ensemble du panorama de la station de gauche de cette unique base qui a exigé environ 1 h. 1/4 sur le terrain. Nous attirons l'attention sur l'importance des surfaces boisées, qui, comme on le sait, rendent presque impossible l'identification des points dans l'ancien procédé de Laussedat.

Signalons tout d'abord la représentation de la muraille formée d'arêtes à pic qui termine le plan au sud-est, muraille dans laquelle on a maintenu le tracé des courbes de 20 en 20 mètres, ce qui lui donne toute la valeur d'un document scientifique, au lieu du schéma purement conventionnel, et plus ou moins artistique, dont il a toujours fallu se contenter jusqu'à présent en pareil cas.

On remarquera ensuite la richesse extraordinaire du modelé des surfaces glaciaires où les grandes crevasses apparaissent nettement et exactement, le détail si intéressant des petits ravins escarpés, lits des anciens torrents sous-glaciaires, la plastique si compliquée du sommet du grand contrefort boisé séparant le glacier des Bossons de celui de Taconnaz.

Il est très instructif de comparer ce plan par courbes, exécuté à l'autographe, à la belle carte

Mèt. 1000 500 0 — 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilom.

Limites du terrain levé stéréophotographiquement à l'aide des bases autres que celles du Brévent.

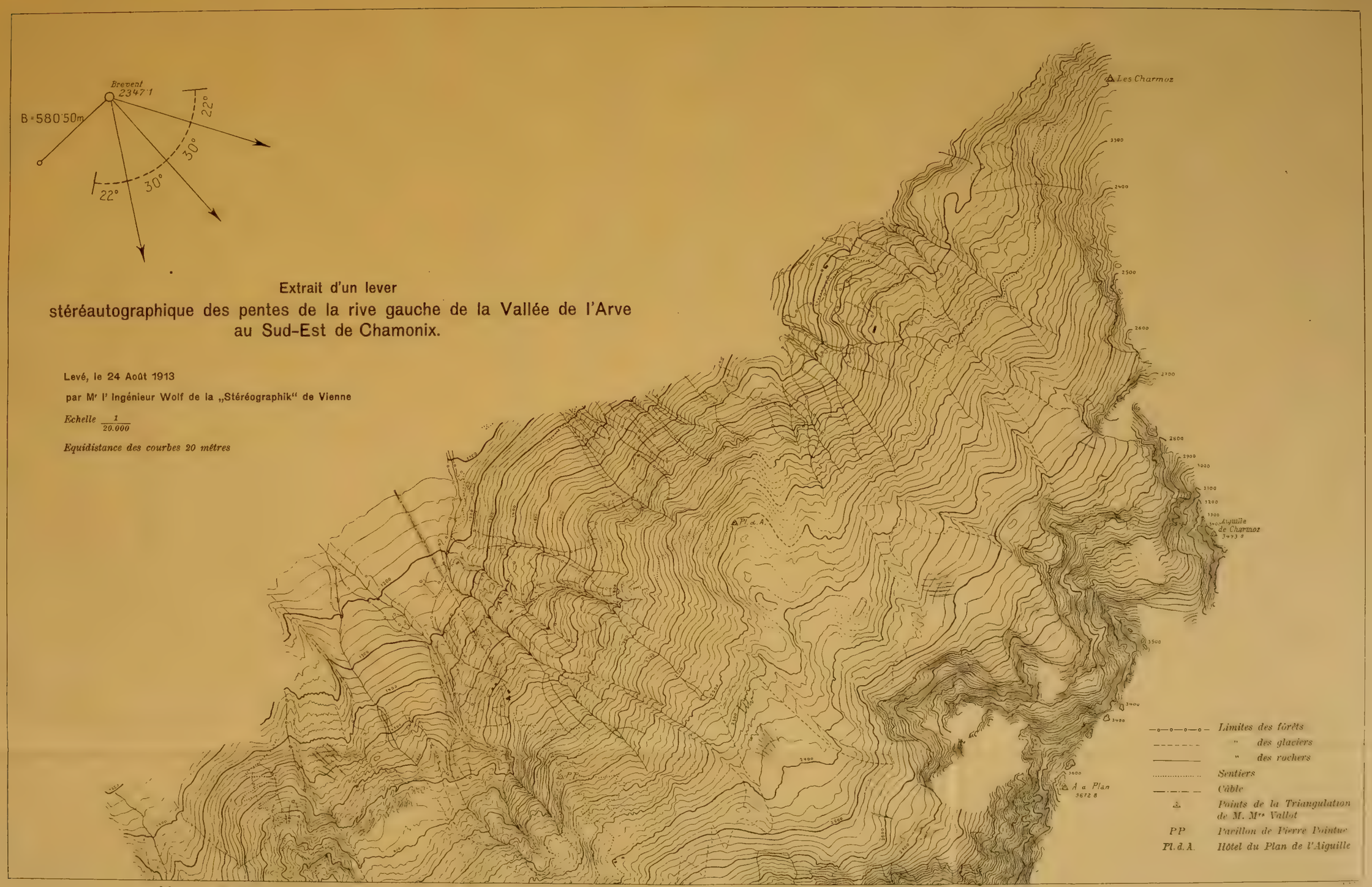
Limites du terrain cartographié par le stéréoautographe.

Limites du terrain levé stéréophotographiquement depuis la base du Brévent (2,10).

Limites du terrain embrassé par le plan stéréoautographique de la planche IV.

2.10 1.19 Position de la Station de gauche, direction de l'axe "normal" et numérotage de chaque base.

Planche IV.



Extrait d'un lever
stéréautographique des pentes de la rive gauche de la Vallée de l'Arve
au Sud-Est de Chamonix.

Levé, le 24 Août 1913

par Mr l' Ingénieur Wolf de la „Stéréographik" de Vienne

Echelle $\frac{1}{20.000}$

Equidistance des courbes 20 mètres

provisoire déjà citée de la même région et à la même échelle publiée par M. H. Vallot. Cette comparaison montre immédiatement la précision extraordinaire de ce plan, car les deux systèmes de courbes peuvent se superposer presque partout dans leur ensemble, ainsi que les crêtes morainiques; quant aux ruisseaux de la carte, ils se logent exactement dans les thalwegs du plan. Mais les courbes du plan sont partout infiniment plus riches de détails, et dans les régions inabordables *boisées*[1] où l'ancienne photogrammétrie n'a pu fournir qu'un schéma très approximatif, les différences deviennent très considérables (voir en particulier le contrefort entre les Bossons et Taconnaz ainsi que les abrupts au sud-ouest de Pierre-Pointue); on se rend bien compte ici de la supériorité de la nouvelle méthode.

La planche V, enfin, est un fragment d'un plan technique au 1/1.000 d'une région rocheuse très escarpée aux environs de Fiume (Croatie), dont la photographie jointe donne une idée exacte.

Il est permis d'affirmer qu'aucun procédé connu n'aurait pu fournir, d'un pareil terrain, autre chose qu'une grossière et informe image à pareille échelle.

Aussi le modelé obtenu sans la moindre difficulté au stéréoautographe, à l'aide de courbes à l'équidistance de *un mètre*, est-il ici vraiment stupéfiant et constitue-t-il un document scientifique de haute précision, d'un aspect absolument inconnu jusqu'à présent.

En résumé, au point de vue de la richesse et de l'exactitude du modelé du terrain dans les minutes, comme aussi des facilités incomparables qu'il procure pour la « généralisation » nécessaire de ce modelé lors de l'exécution de la carte proprement dite à échelle plus faible, le nouveau procédé présente une supériorité indiscutable sur tous les anciens.

Signalons encore un avantage : c'est la possibilité indéfinie du contrôle d'une carte stéréoautographique. Il suffit de « retravailler » les clichés pour s'assurer de l'exactitude du travail précédent.

Enfin, rien n'est plus facile dans bien des cas que de tirer des clichés, en les « retravaillant » au stéréoautographe, un plan à échelle plus grande, ce qui est un avantage précieux, car on peut ainsi obtenir une carte plus détaillée, avec courbes de niveau plus serrées, d'une région particulièrement intéressante. Actuellement, il faut, dans ce cas, se borner à agrandir la première carte avec toutes ses erreurs et on ne trouve jamais dans l'agrandissement que ce qu'il y avait dans l'original. Sinon, il faut refaire à grands frais tout le travail *sur le terrain*.

En somme, la nouvelle méthode permet, pour ainsi dire, de conserver le terrain lui-même au bureau, au lieu de n'avoir, comme maintenant, dans les archives, que les minutes forcément incomplètes fournies par la planchette, ou les encombrants et invérifiables carnets de chiffres du tachéomètre.

§ 2. — Les Applications.

Les avantages de la nouvelle méthode à tous les points de vue : célérité, économie, précision, richesse du modelé, impersonnalité du travail, permanence de la vérification, sont tels qu'on a le droit de considérer son apparition, non pas comme un simple progrès, mais comme une véritable révolution dans la topographie et la cartographie. Aussi, les applications des plans stéréoautogrammétriques semblent-elles devoir être, à bref délai, très importantes et très variées.

Au point de vue des *Cartes d'État*, c'est la possibilité d'obtenir beaucoup plus rapidement et plus économiquement des cartes générales d'une qualité et d'une uniformité de style bien supérieures à celles actuelles. Ce résultat est surtout très important pour les pays neufs, pour les Colonies en particulier, où l'exécution de travaux précis sur le terrain est en général si longue, si coûteuse et si pénible.

En ce qui concerne les plans officiels aux grandes échelles, il semble aussi que les levers *cadastraux* au 1/1.000 ou au 1/2.000 pourraient, dans bien des cas, être avantageusement exécutés par cette méthode, spécialement dans les régions accidentées. Nous n'insistons pas sur l'intérêt de premier ordre que présenterait pour le public en général l'existence de plans parcellaires accompagnés de courbes de niveau précises et exactes, à équidistances de 1 à 5 mètres. Il y aurait là, pour ces Administrations, un débouché, inexistant actuellement, mais certainement très considérable dans l'avenir.

[1] L'examen du panorama qui a fourni ce plan est encore extrêmement intéressant au point de vue de l'application de la méthode aux régions *boisées*, car il montre avec évidence qu'aux échelles moyennes la présence de hautes forêts de sapins ne gêne en rien la construction des courbes. Et cela se conçoit aisément; d'une part, en effet, le modelé de la surface supérieure de la forêt est, à ces échelles, très sensiblement identique à celui du sol sous-jacent; d'autre part, il est presque toujours possible d'apercevoir et de viser le sol lui-même en divers points de la forêt, de façon à déterminer des cotes de contrôle.

Quant aux levers aux grandes échelles, ces régions de la forêt où le sol est bien visible et nettement déterminable sont naturellement beaucoup plus nombreuses et importantes, en raison même des faibles distances (100 à 700 mètres), auxquelles, dans ce cas, sont toujours pris les clichés. En fait, l'expérience a montré que, sur ces plans au 1/1.000 ou au 1/2.000, les courbes ne présentent d'indécision due à cette cause que sur de très faibles étendues; on les figure alors en pointillé, comme celles des régions dont la visibilité laisse à désirer (voir les planches II, IV et V).

Au point de vue *scientifique*, c'est un champ nouveau ouvert aux investigations de la *Géographie physique* et de la *Géologie*. Il n'est pas douteux, en effet, que les spécialistes tirent grand profit de l'étude approfondie de ces cartes nouvelles, au modelé si extraordinairement riche et en même temps si scrupuleusement exact. Signalons, en particulier, l'étude des phénomènes d'érosion dans leurs manifestations si variées, ou de ceux relatifs au volcanisme, la glaciologie où tant de problèmes sont encore si ardemment discutés[1], l'hydrologie, la géographie botanique même.

Quant au géologue, quelle satisfaction pour lui de disposer enfin, pour ses tracés des contours des couches géologiques, pour l'établissement des cartes géologiques en un mot, de cartes topographiques où le modelé, le figuré du terrain ne soient plus, comme c'est le cas trop souvent, si infidèles, si inexacts, ou si mal compris qu'il en est réduit à fausser systématiquement ses propres contours pour ne pas aboutir à des invraisemblances sur la carte, ou même à renoncer à représenter des phénomènes très importants, mais en désaccord complet avec une topographie fausse.

Les *Explorations scientifiques* bien outillées trouveront aussi certainement un précieux auxiliaire dans le nouveau procédé pour l'établissement rapide de cartes des régions parcourues, bien supérieures à tout ce qui a pu être réalisé jusqu'à présent, en raison de la portée de 10 à 20 kilomètres que des bases bien choisies permettent de réaliser.

De même et pour les mêmes raisons, les levers de côtes mal connues sont des plus faciles à exécuter depuis le pont d'un navire équipé à demeure et à ses deux extrémités de stéréophotothéodolites munis d'obturateurs manœuvrés simultanément à l'aide d'un courant électrique[2].

En ce qui touche l'*Art militaire*, une application intéressante de ces nouvelles cartes pourra certainement être celle des plans employés pour le « Jeu de la guerre », qui ne sont actuellement que de simples agrandissements au 1/10.000 et même au 1/5.000 des minutes au 1/20.000 des cartes d'Etat et où les intéressés ne peuvent évidemment trouver autre chose, comme modelé, que ce qu'il y a sur l'original. Or, au 1/20.000, un ravin de 20 mètres de largeur, ne représentant qu'un millimètre, ne peut être figuré ; c'est pourtant déjà un obstacle tactique sérieux. En somme, toute la série des couverts ou des obstacles petits ou moyens manque complètement sur ces cartes, où elle serait pourtant de grande importance. La possibilité de tirer des clichés stéréoautographiques des plans à plus grande échelle, *plus détaillés* comme modelé, permet donc d'obtenir des cartes d'étude bien plus instructives que les grossiers agrandissements actuels.

Mais ce sont surtout les « Plans directeurs » des abords des places fortes exécutés au stéréoautographe qui présenteront, sous le même rapport, d'énormes avantages sur les plans actuels, où la plupart du temps le figuré du terrain est très insuffisant et trop simplifié pour les besoins de la défense.

Ici, la possession d'une carte à grande échelle, présentant un modelé extrêmement détaillé des zones possibles des attaques, procurera une supériorité considérable à l'artillerie de la défense. Il va de soi que ces cartes spéciales ne seraient exécutées que pour les régions, généralement assez peu étendues, réellement utilisables par l'ennemi et non pas, comme actuellement, uniformément tout autour des places fortes, et, en outre, que ces plans ne seraient pas mis dans le commerce.

Pour l'*Ingénieur*, l'intérêt est aussi grand, sinon plus, de trouver dans les nouvelles minutes si exactes des cartes d'Etat des bases de premier ordre pour tous les avant-projets d'ensemble (chemins de fer, routes, canaux, irrigations, etc.), en pays accidenté.

Un cas spécial, très fréquent actuellement, est celui des études de captage des hautes chutes en montagne, où généralement les minutes existantes des cartes d'Etat sont trop peu exactes pour une étude préalable sérieuse du projet et obligent à procéder immédiatement à des levers coûteux sur le terrain. Or, presque toujours, en raison de ce coût et surtout de la durée excessive de ces travaux, l'ingénieur se borne à choisir, sur le terrain même, le tracé qui lui *paraît* le plus favorable et à faire ensuite lever ce seul tracé par le topographe, ce qui rend impossible la discussion d'une variante souvent plus intéressante, faute d'un lever *précis* suffisamment complet et étendu.

La nouvelle méthode permet, au contraire, d'obtenir, beaucoup plus rapidement et à moins de frais, un plan de haute précision à échelle moyenne (1/5.000 à 1/10.000) embrassant *tout* le terrain où *peuvent* se développer les variantes possibles, sans choix préconçu.

[1] A cet égard, la comparaison du plan par courbes de la planche IV avec la carte provisoire déjà citée de M. H. Vallot est des plus instructives. Elle met en évidence d'une façon très nette le recul général et très prononcé des quatre glaciers qui figurent sur ce terrain (Bossons, Pèlerins, Blaitière et Nantillons), recul réalisé au cours de la courte période comprise entre les dates d'exécution des deux levers (1906 et 1913). La diminution porte aussi bien sur la longueur que sur la largeur. On voit de suite combien plus facilement des levers périodiques à grande échelle, exécutés si aisément par cette méthode, permettraient de suivre les variations des masses glaciaires que les procédés si lents et si compliqués encore en usage actuellement.

[2] Un navire de guerre autrichien, un russe et trois allemands sont, depuis plusieurs années, armés de cette façon.

Planche V.

Fragment d'un lever Stéréoautogrammétrique aux environs de Fiume (Croatie)

Ech. $^1/_{1000}$. Equidistance des courbes 1 mètre.

Vue d'ensemble du terrain du lever (_____ périmètre de la région du plan ci-dessus).

Fig. 1 Lever Stéréoautogrammétrique du Lac de Pormenaz (Hte Savoie) Panorama de la base 1 (Station de gauche) avec les perspectives des courbes de 5 en 5 mètres tracées automatiquement par le Stéréoautographe.

Aiquille du Plan

Mont Blanc

Fig. 2 Lever Stéréoautogrammétrique de la rive gauche de la Vallée de l'Arve au Sud-Est de Chamonix Panorama de la base unique du Brévent (Station de gauche).

Que dire aussi de la valeur des plans détaillés actuels à grande échelle (1/1.000 à 1/2.000) dont il a besoin pour l'*exécution* même des grands travaux si difficiles en terrains escarpés, comme les chemins de fer de montagne et particulièrement les conduites forcées métalliques qui descendent souvent au milieu de falaises inabordables. Ici, le problème est insoluble pour le topographe. Aussi faut-il se borner à des estimations complètement « à l'œil » du coût du travail avant que les ouvriers du *constructeur*, soutenus par des cordes le long des à-pics, aient pu mesurer au cordeau et avec des gabarits en bois les longueurs et les angles de la conduite. Alors seulement l'ingénieur sait où il va.

Le lever stéréoautogrammétrique lui fournira maintenant des plans au 1/1.000 ou au 1/2.000, d'une précision et d'un détail extraordinaires dans la représentation des falaises les plus escarpées, et cela au prix de quelques heures d'opérations sans fatigue sur le terrain. C'est même là un des cas où le nouveau procédé s'applique avec la plus grande facilité. La très grande majorité des conduites forcées se trouve en effet, par nature, dans des situations topographiques telles que tout le terrain où elles se développent, ainsi que toutes les variantes possibles, peuvent être embrassés dans le seul cliché « normal » d'une base toujours des plus faciles à placer.

Même intérêt pour les projets de construction des grands barrages de retenue à travers des vallées ou sur les seuils des lacs. Ici encore, l'obtention très rapide et peu coûteuse d'un plan réellement précis et exact à grande échelle (1/1.000) est de première importance pour une estimation des cubes de maçonnerie et du prix de tous les ouvrages accessoires, qui ne réserve pas de surprises désagréables à l'exécution.

Les grandes exploitations de carrières ou de minières, ou les grands chantiers de terrassements (canaux, tranchées, remblais, digues, etc.) trouveront peut-être aussi un précieux auxiliaire dans ces plans de précision, si faciles à obtenir pour l'exécution de leurs grands « états de lieux » périodiques.

§ 3. — L'Avenir.

Nous avons terminé l'étude sommaire de ce nouveau procédé si plein d'avenir. Disons toutefois que le dernier perfectionnement n'est pas encore réalisé : il faut toujours un terrain approprié pour pouvoir l'appliquer, un terrain qui présente évidemment quelques parties d'où l'on puisse avoir des vues suffisantes; il faut, en somme, qu'il existe des points d'où l'objectif photographique puisse « voir » la région à lever. Or, si bien toutes les sujétions gênantes et si restrictives du début ont disparu, particulièrement l'obligation du « cas normal », il n'en reste pas moins que cette disposition de terrain peut faire défaut. C'est même le cas général dans les pays de plaines ou dans les régions faiblement ondulées et couvertes de forêts, telles que les landes de Gascogne, où il est matériellement impossible de trouver un point découvert.

La solution, dans ce cas, serait le lever par voie aérienne, non pas le lever à l'aide de photographies simples, prises du haut d'un ballon libre ou captif, mais le lever stéréoautogrammétrique, que nous appellerons stéréo-aérien, exécuté depuis un support constitué soit par un ballon libre ou captif, soit par un train de cerfs-volants.

Dans ce cas, toutes les objections élevées, depuis longtemps et à juste titre, contre les levers aériens tombent. On a fait observer que, depuis un ballon, on ne perçoit plus les mouvements de terrain et qu'on ne peut tirer de plusieurs clichés pris en ballon (et cela à l'aide de restitutions extraordinairement pénibles et difficiles) que quelques rares points cotés qui ne donnent pas un modelé supérieur à celui que fournissent les sondages des fonds sous-marins.

Cette remarque est absolument exacte dans le cas de l'ancienne photogrammétrie, mais tombe immédiatement quand il s'agit de clichés stéréoscopiques, car la sensation de relief est aussi bonne, quel que soit le « plongement » de l'objectif sur le terrain. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner au stéréoscope des clichés stéréoscopiques pris avec une base suffisante, élevée de 1.000 ou 2.000 mètres au-dessus du terrain photographié, avec au besoin l'axe optique incliné de 60° ou plus. L'effet est aussi saisissant que sur les clichés stéréoscopiques ordinaires, tandis que si l'observateur ferme un œil pour ne plus regarder que l'un des clichés, toute perception de relief disparaît instantanément, et le terrain aplati devient complètement incompréhensible.

L'objection de principe est donc rigoureusement sans valeur, et il ne reste plus à considérer que la possibilité de la réalisation pratique. Nous étendre sur ce point serait sortir des limites de ce travail; disons seulement que la solution de ce problème capital paraît moins lointaine, moins irréalisable que celle que le stéréoautographe vient d'apporter d'une façon si complète, disons le mot, si merveilleuse, à la topographie photographique.

C'est pour le moins d'utopiste, sinon d'aliéné, qu'aurait été traité, il n'y a pas quinze ans, l'audacieux qui eût osé prédire qu'un jour prochain viendrait où le premier venu pourrait dessiner automatiquement et d'une façon continue, jusqu'à

des distances de 10 à 15 kilomètres et plus, toutes les courbes de niveau du terrain embrassé par un simple cliché stéréoscopique, sans avoir jamais vu ce terrain, et cela avec une précision impeccable et une vitesse déconcertante.

Le chemin qui reste à parcourir pour libérer complètement du terrain la stéréoautogrammétrie, en lui ouvrant la voie des airs, et en rendre dès lors l'application absolument générale, semble vraiment moins long et, dès maintenant, la solution est sérieusement abordée de divers côtés. Nous souhaitons que ce capital et décisif essor de la topographie photographique se réalise enfin dans notre pays, dans la patrie de son illustre créateur, le colonel Laussedat.

Paul Corbin.

SUR QUELQUES APPLICATIONS DE L'ANALYSE THERMIQUE

Peu de chapitres de la Chimie physique ont pris, depuis quelques années, un développement expérimental comparable à celui de l'analyse thermique[1] : près de 150 systèmes binaires et ternaires minéraux et presque autant de systèmes organiques ont été étudiés dans les recherches publiées en 1912, soit par les méthodes de l'analyse thermique proprement dite que l'on doit à Tammann, soit par les diagrammes de fusibilité[2]. Cette multiplicité de travaux de valeur inégale, dont le but n'apparaît pas toujours très net au lecteur, tend à discréditer aux yeux de certains chimistes un moyen d'investigation[3] qui leur est déjà peu sympathique, puisqu'il ne considère la combinaison chimique que comme un *accident* du diagramme de fusibilité. Aussi m'a-t-il semblé utile de rappeler ici les principales applications de l'analyse thermique, non seulement pour donner à quelques chercheurs le moyen d'étendre les résultats de leurs expériences, mais aussi pour permettre à leurs critiques de les juger avec plus d'impartialité.

I. — Forme des diagrammes.

Je supposerai dans cette étude que les principes de l'analyse thermique originale ou simplifiée (diagrammes de fusibilité) sont connus par l'un des ouvrages récents qui en ont donné le résumé[4]. Je ne donnerai par conséquent aucune indication sur les diverses formes des diagrammes et leur signification ; je rappellerai simplement deux cas particuliers de ceux-ci, qui me semblent insuffisamment connus, bien qu'ils soient importants par leurs conséquences.

Dans les systèmes donnant lieu à des combinaisons d'addition, on admet souvent que la réaction qui leur donne naissance est totale, et l'on exclut le cas d'une dissociation quelconque de la combinaison formée : on substitue ainsi au problème général un de ses cas particuliers. H. W. Bakhuis Roozeboom et A. H. W. Aten ont étudié, ainsi que A. Portevin[1], le cas où les deux composants et la combinaison peuvent exister simultanément dans le mélange liquide, — ce qui modifie profondément la marche de la solidification, — puisque ces mélanges sont de véritables systèmes ternaires (Roozeboom les a désignés sous le nom de *systèmes pseudo-binaires*). Lorsque la dissociation des composés à l'état liquide absorbe de la chaleur, et que, par suite, elle augmente avec la température, l'effet principal du phénomène est de remplacer, dans le *liquidus*, le point anguleux du *distectique* par un maximum continu, dont le rayon de courbure est d'autant plus grand que la dissociation est plus considérable. Si celle-ci dégage au contraire de la chaleur, c'est-à-dire si le composé se forme avec absorption de chaleur, sa concentration croît avec la température, et un mélange donné peut présenter deux points de solidification commençante pendant son refroidissement, séparés par un intervalle de *reliquéfaction*, dû à la dissociation du composé endothermique lorsque la température s'abaisse.

Un exemple très remarquable de ce dernier cas paraît donné par les mélanges riches en carbone

---

[1] Le nombre des systèmes binaires organiques signalés dans les index récemment publiés par Wroczynski et Menschutkin s'élève à plus de 600. Cf. *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 569, 1910 ; t. IX, p. 641, 1911.

[2] Ceux-ci, obtenus en déterminant le point de solidification commençante de mélanges en diverses proportions du système, sont de véritables courbes de saturation obtenues par une extension des méthodes cryoscopiques et permettant d'obtenir aisément une partie importante des diagrammes de Tammann. On sait d'autre part que ces derniers sont fondés sur la connaissance des courbes de refroidissement de ces mêmes mélanges.

[3] Et il en est de même de la règle des phases, qui est à la base de ces recherches.

[4] Voir notamment les excellents Traités de J. Cavalier (Leçons sur les alliages métalliques, Paris, 1909) et de E. Rengade (Analyse thermique et métallographie microscopique, Paris, 1909).

[1] H. W. Bakhuis Roozeboom et A. H. W. Aten : *Z. phys. Chem.*, t. LIII, p. 449, 1905; A. Portevin : *Rev. de Métall.*, t. VIII, p. 7, 1911. On trouvera dans ce dernier mémoire un excellent exposé du problème. Cf. Bakhuis Roozeboom : Heterog. Gleichgewichte, t. II.

du système Fe-C : les essais thermiques et micrographiques de Wittorf[1] montrent, en effet, qu'il doit exister dans les alliages réfractaires, contenant plus de 6 °/₀ de carbone, un carbure de la forme FeC^2, stable seulement aux températures supérieures à 2.000° (endothermique). Ce résultat explique les phénomènes observés par Moissan au cours de ses recherches classiques sur la dissolution du carbone dans la fonte : on sait que l'illustre savant français a constaté qu'en fondant du fer pur en présence de charbon de sucre, au four électrique, la fluidité, d'abord très grande, diminue quand la température s'élève, au point que le creuset peut être retourné sans que son contenu s'écoule à l'extérieur[2].

II. — Équation des courbes de fusibilité et de refroidissement.

Plusieurs auteurs se sont proposé de donner une expression analytique de courbes de fusibilité et des phénomènes de l'analyse thermique en général. Dans une étude remarquable, E. Rengade[3] a établi l'allure théorique des courbes de refroidissement des divers mélanges que l'on peut rencontrer dans ce genre de recherches (cristaux purs, cristaux mixtes) : un grand nombre de résultats obtenus par ce savant se vérifient très exactement sur les courbes expérimentales qu'il a établies au cours de ses recherches. D'autre part, Le Chatelier, Bakhuis Roozeboom, van Laar, Baud, etc., ont étudié l'équation du liquidus des systèmes binaires dans les cas les plus simples[4]. En voici l'expression lorsque le système est normal[5] et que la chaleur de fusion est indépendante de la température[6] (T_1 représente la température de congélation du liquide pur ; T_2 est la température de la solidification commençante de la solution) :

$$T_1 - T_2 = KT_2 \log x,$$

où K est une *constante caractéristique de la courbe étudiée* (*puisque* $(T_1 - T_2) : T_2$ *prend successivement les mêmes valeurs pour toutes les courbes*) et où x représente le rapport des tensions de vapeur du liquide et du solide purs à la température T_2[1]. Si l'on calcule K par l'expression précédente, on observe une concordance assez satisfaisante dans les divers mélanges d'un même système[2]; celle-ci n'est pas parfaite, car la règle de Linebarger-Zawidski est une loi-limite, et la chaleur de fusion n'est jamais rigoureusement constante.

Si, au lieu de s'adresser à des mélanges normaux, on étudie des systèmes dont l'un des constituants est polymérisé, on peut, comme l'a montré Baud, calculer avec une assez grande exactitude le degré de polymérisation[3]. Les résultats obtenus par ce savant dans le cas de l'acide acétique sont remarquables; et l'on peut espérer que l'on pourra, par cette méthode, obtenir des données intéressantes sur la constitution d'autres substances, telles que l'eau, etc.

III. — Constitution des alliages métalliques et des roches.

L'application la plus connue de l'analyse thermique est l'étude de la constitution des alliages métalliques, dont la connaissance a permis d'expliquer un certain nombre de propriétés de ces derniers : c'est grâce à elle que l'analyse métallographique possède un sens précis. — On sait que les alliages sont, en général, des agrégats cristallisés comparables aux roches, à la dimension des éléments près, car la durée de cristallisation des alliages s'exprime en minutes ou en secondes, tandis que celle de beaucoup de roches doit compter par années ou par siècles. L'analyse thermique permet donc d'étudier et d'expliquer la formation et la constitution de tous les agrégats : roches, sels complexes naturels, etc.; mais il ne faut pas oublier que, si nos alliages se solidifient à des pressions voisines de la pression atmosphérique, la congélation des roches s'est parfois produite sous des pressions considérables : d'où les écarts que l'on constate parfois entre la constitution de certaines roches naturelles et la juxtaposition de leurs éléments constitutifs aux pressions de nos laboratoires. Les variations de la température de fusion, en fonction de la pression, diffèrent, en effet, sensiblement selon la substance envisagée; aussi peut-il même se produire des *inversions* dans l'ordre des dépôts successifs, lorsque la solidification se pro-

[1] N. M. Wittorf : *Rev. de Metall.*, t. IX, p. 600, 1912 ; *Z. anorg. Chem.*, t. LXXIX, p. 1, 1912.

[2] Cf. N. M. Wittorf : *loc. cit.*

E. Rengade : *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 42 (1910) ; *Rev. de Métall.*, t. VII, p. 89 (1910).

[4] Cf. A. Wroczynski : *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 370 (1910) ; E. Baud : *Ann. Ch. phys.*, (8), t. XXVII, p. 89 (1912).

Un mélange normal est celui dont les constituants ne gissent pas l'un sur l'autre, et où la tension de vapeur de l'un des liquides est proportionnelle à sa concentration moléculaire dans le mélange (règle de Linebarger-Zawidski).

Si la chaleur de fusion n'est pas constante, il faut remplacer K par sa valeur $\frac{-2T_1}{Q}$, Q étant la tonalité thermique de fusion.

[1] Ces valeurs sont données par l'équation de Clapeyron.

[2] Les systèmes dont la congélation se produit à basse température sont les plus favorables pour la vérification de ces formules : en effet, les variations relatives de la température pour un écart thermométrique donné sont beaucoup plus importantes aux basses températures qu'aux températures plus élevées.

[3] Cf. E. Baud : *loc. cit.*

duit à des pressions de l'ordre de milliers d'atmosphères[1].

IV. — Applications de la notion d'eutectique.

On sait que la plupart des mélanges binaires solides (alliages, etc.) sont formés par des cristaux de l'un des constituants (pur ou contenant en solution solide une certaine quantité de l'autre constituant), cimentés par l'*eutectique*. Si l'on réchauffe ces alliages coulés en masse, comme l'a fait Hannover[2], l'eutectique fond d'abord, et il se forme dans la masse des canaux contenant ce dernier à l'état liquide; on pourra l'éliminer par centrifugation. Si l'on continue à élever la température, les cristaux de première consolidation se dissolvent peu à peu dans le liquide qui les baigne, en augmentant la masse de la partie liquide et, par suite, les dimensions des canaux : on obtiendra ainsi des masses poreuses extrêmement différentes selon les proportions relatives des métaux dans l'alliage initial et la température de la masse au moment de l'élimination des parties liquides. Ces canaux peuvent être remplis par d'autres métaux (par électrolyse) ou par des substances non métalliques; mais actuellement, le principal intérêt de cette étude est de permettre le remplacement des plaques d'accumulateurs en plomb ondulé ou perforé par ces systèmes, qui, à poids égal, présentent une surface active beaucoup plus considérable.

Ces résultats constituent certainement un des exemples les plus importants des applications de la notion d'eutectique; en voici quelques autres :

Les mélanges eutectiques, systèmes invariants, dont la connaissance présente une importance considérable pour la cristallisation fractionnée, constituent d'excellents points fixes pour thermostats (points cryohydratiques). Ils permettent également la recherche de mélanges incongelables (lubrifiants, circulation de liquides et mélanges liquides pour recherches thermométriques et thermostatiques aux basses températures, etc.); et c'est à des considérations du même ordre qu'il faut rattacher les problèmes médicaux que soulèvent les incompatibilités pharmaceutiques d'ordre physique. Ces recherches, entreprises en 1908 par Wroczynski, ont fait l'objet de plusieurs publications importantes, telles que : études des mélanges qu'il est impossible de préparer sous forme de médicaments solides, obtention à l'état liquide d'autres remèdes, etc. — Le problème des laitiers métallurgiques, — dont la température de fusion doit être aussi basse que possible pour éviter toute perte de chaleur, soit dans la fusion même, soit par entraînement au moment de la coulée, — est une question d'eutectique binaire ou ternaire; celui des revêtements des fours est au contraire un problème de *distectique*, puisque ceux ci doivent présenter des qualités réfractaires aussi grandes que possible[1].

V. — Solubilités; solutions solides, isomorphisme.

Les courbes de fusibilité doivent être considérées d'abord comme les courbes de saturation des systèmes étudiés; elles présentent par conséquent une grande importance dans l'étude de la solubilité qui se réduit en général à un phénomène d'ordre physique. Celle-ci se poursuit parfois dans la phase solide; les solutions solides ainsi constituées[2] se produisent aussi bien avec les métaux qu'avec des substances très volatiles telles que les gaz (Au et Pt, HCl et H^2S, etc.). On sait que leur formation se rattache directement à la notion d'isomorphisme, considérée au double point de vue de la forme du système cristallin et de la *parenté* chimique. En voici un exemple :

La classification de Mendelejeff réunit dans une même famille l'oxygène, le soufre, le sélénium et le tellure, bien que les propriétés de l'oxygène diffèrent de celles des trois autres éléments de ce groupe; ces derniers présentent, par contre, de nombreuses analogies. Or, Pascal[3] a pu retrouver ces analogies et ces différences en étudiant, par l'analyse thermique, les systèmes binaires que forment les dérivés phénylés de ces quatre éléments : les mélanges binaires formés par $(C^6H^5)^2S$, $(C^6H^5)^2Se$. $(C^6H^5)^2Te$ donnent des solutions solides en toutes proportions, tandis que l'on constate dans le diagramme $(C^6H^5)^2O$ — $(C^6H^5)^2S$ la formation de deux groupes de cristaux mixtes.

Une remarque analogue peut être déduite des recherches de Wrzesnewski et Amadori sur les systèmes formés par NaCl, NaBr et NaI : les dia-

[1] La composition des mélanges eutectiques varie avec la pression de cristallisation : le calcul de cette variation est possible si l'on connaît la valeur du coefficient dT/dp pour chaque système du mélange (Cf. N. Pushin et I. Grebenschtschikow : *J. Soc. phys. Chim. Russe*, t. XLIV, p. 112 et 244; 1912).

[2] H. I. Hannover : *C. R.*, t. CLIV, p. 1594 (1912); *Rev. de Metall.*, t. IX, p. 641 (1912).

[1] L'action du froid sur la végétation est un problème qui relève de l'analyse thermique et de la chimie des colloïdes.

[2] La composition des divers cristaux d'un système présentant ce phénomène n'est pas identique, sauf lorsque le mélange qui cristallise correspond à un point singulier (maximum ou minimum) du liquidus. A côté de ces solutions solides viennent se placer les *fausses solutions solides*, comparables aux systèmes colloïdaux (*ultramicroscopiques*). — Cf. H. Le Chatelier : *Rev. de Métall.*, t. V, p. 166 et 640 (1908); C. Benedicks : *Ibid.*, t. VIII, p. 85 (1911) et *J. Ch. phys.*, t. X, p. 393 (1912).

[3] P. Pascal : *Bull. Soc. Chim.*, (4), t. XI, p. 321, 575, 1030 (1912).

grammes NaCl-NaBr et NaBr-NaI forment des solutions solides en toutes proportions, tandis que le système NaCl-NaI donne deux séries de cristaux mixtes.

VI. — Applications chimiques de l'analyse thermique : applications analytiques.

A côté de ces résultats d'ordre physique, les méthodes de l'analyse thermique complète ou simplifiée (sous forme de courbes de fusibilité) permettent de préciser et d'étendre un certain nombre de nos connaissances chimiques d'une manière particulièrement simple et élégante. Je rappellerai d'abord les applications que l'on en a pu faire à l'analyse chimique :

On connaît les résultats très remarquables que la métallographie microscopique a permis d'obtenir dans le domaine analytique, par l'observation directe, sur la surface du métal ou de l'alliage convenablement préparée, des phénomènes qui se sont produits au moment de la solidification et qu'enregistre l'analyse thermique. Mais cette dernière peut constituer, par elle-même, une méthode d'analyse précieuse, soit par une extension directe de la cryoscopie, soit à l'aide des méthodes qu'Holleman et ses élèves désignent sous le nom d'*analyse thermique*; celle-ci nécessite en principe, comme l'analyse métallographique, la connaissance du diagramme des mélanges étudiés, mais elle est d'une application beaucoup plus générale, puisqu'elle donne la composition d'un mélange par la comparaison de la température de solidification commençante avec les indications d'un diagramme de fusibilité.

La méthode d'Holleman permet de déterminer la constitution d'un mélange binaire, ternaire ou quaternaire[1]; l'un des résultats les plus remarquables ainsi obtenus est l'analyse rapide des produits d'une réaction organique, souvent fort difficile par les méthodes chimiques habituelles. Les problèmes de rendement, les questions qui relèvent de la formation des trois isomères aromatiques de position (ortho, méta, para), etc., ont pu recevoir ainsi des solutions quantitatives dans des cas où les méthodes de l'analyse chimique ordinaire eussent été d'une application presque impossible. Il suffira, pour démontrer l'importance de ce problème, de rappeler, dans cet ordre d'idées, le beau travail de R. Kremann et R. Schulz sur le système ternaire : *tristéarine*, *tripalmitine*, *trioléine*, qui constitue une contribution très importante à l'étude des graisses naturelles et permet d'en aborder désormais l'analyse dans des conditions de grande simplicité[1].

VII. — Etude de la vitesse de certaines réactions.

On connaît les difficultés qui se présentent dans l'étude *chimique* d'une vitesse de réaction : aussi l'emploi des méthodes physicochimiques d'analyse (pouvoir rotatoire, conductibilité électrique, viscosité, etc.) a-t-il été souvent d'un grand secours dans ces recherches. L'analyse thermique peut également rendre quelques services dans ce domaine[2] : il suffit que la réaction chimique étudiée ne présente une vitesse appréciable qu'à une température très supérieure à celle où on effectue les mesures cryoscopiques; elle se trouvera par suite pratiquement interrompue chaque fois que l'on refroidira le mélange.

Cette étude prend une forme particulièrement simple dans le cas des phénomènes d'isomérisation : il suffit alors d'établir la courbe de fusibilité du système formé par les deux isomères dont on pourra suivre point par point l'allure par des mesures thermométriques successives sur le système en transformation. On doit un exemple très remarquable d'une semblable recherche à P. Bruylants, qui a pu aborder ainsi l'étude de la vitesse de transformation du bromure d'isobutyle en bromure de butyle tertiaire[3].

VIII. — Combinaisons d'addition caractérisées par l'analyse thermique; applications[4].

La plupart des applications chimiques de l'analyse thermique sont fondées sur l'existence des combinaisons d'addition formées par les constituants de certains systèmes et caractérisées par un maximum de la courbe de fusibilité. Ces produits d'addition sont absolument comparables à ceux qui prennent naissance dans les alliages ; leur existence, bien que moins connue dans le cas des systèmes non métalliques, joue néanmoins un rôle considérable dans un certain nombre de problèmes de la Chimie générale. En voici quelques exemples :

[1] Cf. F. Holleman : *Die direkte Einführung von Substituenten in den Benzolkern*, Leipzig, 1910; et T. van der Linden : *J. Ch. phys.*, t. X, p. 454, 1912. C'est là un exemple de plus de la fertilité des méthodes de l'analyse physicochimique, qui se sont enrichies depuis quelques années de travaux de premier ordre. Il me suffira de rappeler les belles recherches de P. Dutoit sur les méthodes de *volumétrie physicochimique* (*J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 12 et 27, 1910; t. IX, p. 578, 1911. Voir également Dutoit et Duboux : Analyse des vins par volumétrie physicochimique, Lausanne, 1912).

[1] R. Kremann et R. Schulz : *Monatsh.*, t. XXXIII, p. 1003, 1912.

[2] Les mesures peuvent être faites dans ce cas sur le même système, sans prélèvement d'aucune sorte.

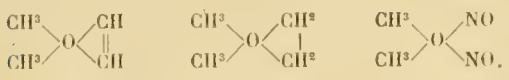
[3] Cf. *J. Ch. phys.*, t. IX, p. 442, 1911, note 5.

[4] Il ne sera pas question ici des systèmes métalliques.

1. *Valence.* — La formation de ces composés est naturellement liée à la notion de *valence*, dans son sens classique, qui a pu être précisée dans un certain nombre de cas simples ; l'un des plus connus est celui de l'*oxygène oxonien*, qui a fait l'objet de nombreuses recherches depuis la découverte classique de Friedel[1]. Guye, Wroczynski et Tsakalotos ont pu étudier par cette méthode un certain nombre de systèmes oxoniens particulièrement intéressants[2], et l'on a pu récemment, grâce aux progrès de la technique physicochimique, entreprendre par l'analyse thermique l'étude des oxoniens élémentaires à base d'oxyde de méthyle ou d'alcool méthylique[3]. Cette étude a montré que l'on ne peut pas considérer l'oxygène oxonien comme strictement basique, contrairement à l'idée généralement admise ; $(CH^3)^2O$ et CH^3OH, considérés comme eaux substituées, peuvent revêtir dans leurs combinaisons le caractère tantôt acide, tantôt basique que possède l'eau elle-même, ainsi que le prouvent les combinaisons suivantes :

$$HCl + H^2O \qquad HCl + CH^3OH \qquad HCl + (CH^3)^2O\ (^4)$$
$$NH^3 + H^2O \qquad NH^3 + CH^3OH \qquad NH^3 + (CH^3)^2O.$$

Le rôle de la Valence est d'ailleurs nettement montré dans ce groupe de recherches[5] par les résultats négatifs obtenus avec les systèmes tels que $(CH^3)^2O$-CO^2, CH^3OH-CO^2, ainsi que par les combinaisons que forme $(CH^3)^2O$ avec les gaz C^2H^2, C^2H^4 et NO, parfaitement normales selon les conceptions actuelles :



2. *Hydrates.* — L'étude des hydrates de divers corps solides, liquides ou gazeux (dont l'existence peut se rattacher au problème de la valence) a pu être également précisée par l'emploi de l'analyse thermique. Il me suffira de rappeler les résultats obtenus dans le cas de l'acide sulfurique, des sels très solubles comme le chlorure ferrique, ou des substances volatiles comme l'acide chlorhydrique, l'ammoniac ou l'anhydride sulfureux.

[1] Ainsi que l'a fait remarquer Ph. A. Guye (*J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 119, 1910), les méthodes de l'analyse thermique constituent un moyen éminemment approprié à l'étude de ces substances, puisqu'elles permettent d'étudier ces corps peu stables à des températures aussi basses que possible.

[2] Guye, Wroczynski et Tsakalotos : *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 189 et 340 (1910) ; — Tsakalotos : *Bull. Soc. chim.* (4), t. IX, p. 519 (1911).

[3] G. Baume, F.-L. Perrot, G.-P. Pamfil et A. F. O. Germann : *C. R.*, 1909 à 1912, *passim* ; — G. Baume : *Arch. Sc. phys. et nat.*, Genève, (4), t. XXXIII, p. 415 (1912).

[4] C'est la combinaison classique de Friedel.

[5] L'hypothèse des quanta permet de rendre compte aisément de la formation de ces produits d'addition et de leur décomposition. (G. Baume : *Arch. Sc. phys. et nat.*, Genève, (4), t. XXXVI, p. 441 ; 1913.)

3. *Écarts de la loi de Biot.* — Ph. A. Guye a attiré[1], en 1907, l'attention des chercheurs sur la possibilité de faire usage de l'analyse thermique pour déceler les combinaisons possibles qui expliqueraient, selon certains auteurs, les écarts à la loi de Biot (constance du pouvoir rotatoire des solutions). — O. Scheuer s'est proposé de vérifier, par des recherches physicochimiques systématiques, cette hypothèse, d'ailleurs formulée par Biot lui-même, d'après laquelle la variation du pouvoir rotatoire d'une substance active en solution avec la concentration serait l'indice de combinaisons d'addition entre le corps actif et le solvant inactif[2]. Or cet auteur a construit les courbes de fusibilité de neuf systèmes binaires formés par le diéthylacétyltartrate d'éthyle ou le menthol gauche avec divers solvants inactifs : toutes se sont montrées normales, avec un seul eutectique et sans maximum, alors que le pouvoir rotatoire des mêmes substances présentait des variations considérables. Il semble donc préférable de substituer à l'hypothèse de Biot celle de Landolt et de Guye qui ont admis, à la suite des travaux de Le Bel et de van t'Hoff, qu'une variation de la pression interne (produite par la dilution) peut déformer la molécule active et modifier la dissymétrie moléculaire et par suite le pouvoir rotatoire[3].

4. *Combinaisons racémiques.* — L'emploi des courbes de fusibilité permet de caractériser, dans un grand nombre de cas, la formation des racémiques par un maximum de la courbe du système constitué par les deux antipodes optiques ; cette courbe est évidemment entièrement symétrique par rapport à ce maximum, comme le montrent les recherches sur l'acide aminosuccinique (Adriani), la pipécoline (Ladenburg), etc. Dans certains cas, la portion de courbe contenant le maximum est extrêmement réduite (acide phénylglycolique) ; parfois, au contraire, elle présente un développement considérable (acide tartrique).

5. *Mécanisme de la réaction chimique, systèmes vitreux.* — Peu d'applications chimiques des courbes de fusibilité présentent l'importance générale que possède l'étude du mécanisme de la réaction chimique par cette méthode. — Kékulé, puis van t'Hoff[4] ont montré que toute réaction dite de *substitution* devait être précédée de la formation d'un produit d'addition entre les substances réagis-

[1] Ph. A. Guye : *Arch. Sc. phys. et nat.* (4), t. XXIV, p. 397 (1907) ; — *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 119 (1910).

[2] O. Scheuer : *Z. phys. Chem.*, t. LXXII, p. 53 (1910).

[3] On doit, dans certains cas, attribuer à un phénomène du même ordre les variations de la vitesse de certaines réactions selon le solvant employé (dans d'autres cas, il y a formation d'une combinaison moléculaire).

[4] Van t'Hoff : *Ansichten über organ.* Chemie, I, 225.

santes. Cette hypothèse, qui explique simplement le jeu des liaisons atomiques, permet en outre de rendre compte très nettement de certains phénomènes observés dans l'étude de la vitesse des réactions: c'est par suite de la formation de ces produits intermédiaires que les formules de la cinétique chimique ne sont applicables à une réaction qu'après une période de mise en train plus ou moins prolongée précédant l'état de régime, seul accessible à l'interprétation simple de la mécanique chimique[1]. L'existence d'une telle combinaison permet aussi de trouver aisément certaines raisons du désaccord apparent entre l'ordre prévu et l'ordre expérimental de certaines réactions, principalement dans le cas où la combinaison d'addition se forme avec une vitesse très grande : la vitesse de réaction mesurée est alors la vitesse de décomposition de cette combinaison[2].

C'est à Ph. A. Guye que l'on doit d'avoir attiré l'attention des chercheurs sur la possibilité de déceler par les méthodes de l'analyse thermique l'existence de ces combinaisons intermédiaires, nécessairement peu stables, puisqu'elles doivent se décomposer aisément dans les conditions mêmes où elles ont pu prendre naissance[3]. Il a été ainsi possible de donner une base sûre à la classification moderne des réactions de substitution, qui comprend trois zones bien distinctes: *zone d'indifférence* à basse température, puis à température plus élevée *zone d'addition*, et enfin *zone de substitution*[4]. On a déjà pu caractériser et isoler un grand nombre de ces produits intermédiaires[5]; les progrès de la technique expérimentale aux basses températures ont permis récemment de déceler, par l'analyse thermique, leur existence dans les réactions élémentaires de la Chimie organique (formation des amines, des dérivés halogénés des alcools, des chlorures d'acides, des esters[6]).

[1] Cf. A. Berthoud : *J. Ch. phys.*, t. X, p. 573 (1912); — G. Baume : *C. R.*, t. CLVII, p. 774 (1913); *Arch. Sc. phys. et nat.*, Genève (4), t. XXXVI, p. 439 (1913).

[2] A. Job : *Revue de Métaphysique et de Morale*, 1911 ; Cf. G. Baume : *Arch. Sc. phys. et nat.* (4), t. XXXIII, p. 416 (1912).

[3] Ph. A. Guye : *Arch. Sc. phys. et nat.* (4), t. XXIV, p. 397 (1907). Pour que la méthode soit applicable, il faut que le produit d'addition se forme avec une vitesse pratiquement infinie et que la réaction de substitution ne se produise pas ou ne se produise que très lentement à la limite inférieure de l'état liquide (Cf. Ph. A. Guye: *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 119, 1910).

[4] Ph. A. Guye: *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 119 (1910). Cette classification est d'accord avec les données de la Mécanique chimique fondée sur la loi de répartition des vitesses de Maxwell et sur l'hypothèse des quanta (Cf. G. Baume : *Loc. cit.* et Recherches sur le mécanisme de la réaction chimique, Paris, 1914).

[5] Voir les index publiés par Wroczynski et Menschutkin dans le *Journ. de Ch. phys.* (1910 et 1911).

[6] G. Baume : *Arch. Sc. phys. et nat.* (4), t. XXXIII, p. 415 (1912).

C'est dans l'étude des systèmes donnant à température plus élevée une réaction de substitution que se présente le plus souvent l'une des circonstances qui limitent les applications de l'analyse thermique: la formation de mélanges très visqueux donnant par refroidissement de véritables *verres* incristallisables[1], comparables aux verres silicatés. Aussi certains auteurs admettent-ils que cette grande viscosité peut être considérée comme l'indice d'une combinaison d'addition dans les mélanges où on peut l'observer. Guye, Wroczynski et Tsakalotos[2] ont constaté ce phénomène dans un grand nombre de systèmes liquides se congelant à basse température, et la même observation a pu être faite sur certains mélanges de gaz liquéfiés[3]. On peut, même dans ce dernier cas, suivre aisément les divers stades de la formation de ces verres, liquides infiniment visqueux : augmentation progressive de la viscosité, arrêt de l'agitateur dans la masse liquéfiée, enfin bris de celle-ci avec production de verres craquelés, dès que l'élasticité du système n'est plus suffisante pour maintenir l'homogénéité de la masse. Le système $(CH^3)^2O$-HCl est un de ceux qui présentent le phénomène avec le plus de netteté ; la formation de ces verres rend parfois les recherches expérimentales très pénibles, car le tube-laboratoire devient fréquemment solidaire de la masse vitreuse qu'il renferme et se fend au moment où celle-ci se brise par retrait.

6. *Inversion de Walden.* — Walden a montré que diverses substances optiquement actives peuvent être transformées directement en leurs inverses au moyen d'une réaction chimique appropriée : ainsi, on peut obtenir de l'acide malique droit ou gauche en partant de l'acide aspartique lévogyre, selon la réaction chimique employée. Cette découverte, qui est peut être, selon l'expression de E. Fischer, l'observation la plus remarquable faite dans le domaine des substances optiquement actives depuis les recherches de Pasteur, a vivement attiré l'attention des chimistes. Le Bel, Fischer, Guye, Walden l'expliquent par la formation d'une combinaison moléculaire intermédiaire entre les corps prenant part à la réaction[4]; cette réaction d'addition est accompagnée d'un bouleversement des atomes (chocs violents, etc.) qui se traduit par le phénomène de l'inversion : en effet, la plupart des réactions donnant lieu à l'inversion de Walden sont des réactions très énergiques. L'analyse thermique doit donc permettre, ainsi que l'a mon-

[1] Cf. Ph. A. Guye : *Loc. cit.*

[2] Guye, Wroczynski et Tsakalotos: *J. Ch. phys.*, t. VIII, *passim* (1910).

[3] G. Baume: *Loc. cit.*

[4] Cf. *J. Ch. phys.*, t. VIII, p. 119 (1910); t. IX, p. 160 et 323 (1911).

tré Ph. A. Guye[1], d'aborder l'étude du mécanisme de ce phénomène connu sous le nom de réaction de Walden. Les recherches actuellement entreprises sous la direction de Guye conduiront sans doute prochainement à des résultats satisfaisants.

7. *Phénomènes de catalyse.* — L'absence de maximum dans une courbe de fusibilité n'exclut pas la possibilité, pour certains systèmes, de donner une réaction de substitution à température plus élevée, car la limite inférieure de l'état liquide peut être comprise dans la *zone d'indifférence* du système, dont l'étendue est parfois considérable. Or, le rôle des *catalyseurs* est précisément de diminuer l'étendue de cette zone et d'abaisser la limite supérieure de la zone d'addition; mais, tandis que les uns agissent chimiquement, l'action des autres paraît être essentiellement physique.

Le rôle des *catalyseurs physiques* (corps poreux, systèmes condensants) revient à élever artificiellement et localement la pression (concentration) ou la température d'un système et à réaliser, par suite, un état de choses qu'une élévation de température ou de pression seule permettrait d'obtenir sans leur intervention[2]. Il n'en est pas de même des *catalyseurs chimiques*, qui doivent, selon les idées de Bredig et de Guye, former une combinaison d'addition avec les substances dont ils facilitent ou provoquent la réaction. Le processus de la catalyse chimique permet, par suite, d'aborder son étude par les méthodes de l'analyse thermique, le maximum de la courbe de fusibilité caractérisant le composé intermédiaire ainsi formé; je mentionnerai simplement les belles recherches de Menschutkin sur le rôle des divers sels minéraux en chimie organique (réaction de Friedel et Crafts, etc.), les travaux chimiques de Reddelien sur le rôle du chlorure de zinc dans un grand nombre de réactions, — et les essais récemment publiés sur le mécanisme de l'estérification, qui me paraît l'un des exemples les plus simples de cet ordre de phénomènes[3].

L'analyse thermique a montré que la courbe de fusibilité du système *acide propionique-alcool méthylique* est parfaitement normale, avec un seul eutectique et sans maximum. D'autre part, l'acide propionique et l'alcool méthylique forment, avec l'acide chlorhydrique, des combinaisons de la forme[1] :

$$C^2H^5.CO^2H + HCl \qquad CH^3OH + HCl.$$

En introduisant dans un tube cryoscopique une quantité connue de la combinaison $C^2H^5.CO^2H + HCl$, et en lui ajoutant des quantités croissantes, également connues, de CH^3OH, on peut établir la courbe de fusibilité du système :

$$(CH^2H^5.CO^2H + HCl) - CH^3OH.$$

qui présente un maximum très net caractérisant la combinaison triple :

$$C^2H^5.CO^2H + HCl + CH^3OH.$$

Cette combinaison constitue le premier stade de la formation des esters.

En partant au contraire du composé $CH^3OH + HCl$, et en l'additionnant de quantités croissantes d'acide propionique, on constate que la température de solidification commençante d'un mélange donné varie très rapidement au cours de mesures successives. Ces résultats confirment, par voie physico-chimique, des essais directs qui ont permis de constater la formation de propionate de méthyle dans les conditions de ces expériences : celles-ci se trouvent, par suite, situées dans la *zone de substitution*. L'étude de l'estérification permet ainsi de réaliser sur le même exemple les trois stades de la réaction chimique : *indifférence*, *addition*, *substitution*.

IX. — Conclusion.

Tels sont les principaux résultats que je désirais rappeler dans l'exposé sommaire que l'on vient de lire. Il s'en dégage immédiatement une conclusion expérimentale qui me paraît justifier, à elle seule, l'intérêt des recherches sur l'analyse thermique et, par suite, leur multiplicité : c'est l'identité que présentent les résultats des diagrammes obtenus à très basse température, tels que les diagrammes des systèmes très volatils (gaz), et ceux que donnent les métaux, les roches et tous les corps réfractaires. Ce fait permet d'attribuer une grande sécurité aux emplois de la règle des phases[2] à laquelle se rattachent tous ces travaux, et je crois qu'il n'y a pas d'argument plus général que celui-là en faveur des recherches relevant de l'analyse thermique et de ses applications.

Georges Baume,
Privat-docent à l'Université de Genève.

[1] Ph. A. Guye : *Loc. cit.*

[2] Une partie de la théorie de ces phénomènes doit être rattachée au fait que les molécules d'un gaz n'ont pas toutes la même vitesse; un volume fini de gaz contient donc des molécules à toutes les températures [Cf. J. Duclaux; *C. R.*, p. 1176 (1911); G. Baume : *J. Ch. phys.*, t. XI, p. 385 (1913) et *C. R.*, t. CLVII, p. 774 (1913)].

[3] B. N. Menschutkin : *J. Ch. phys.*, t. IX, *passim* (1911); Reddelien : *Ann.*, t. CCCLXXXVIII, p. 165 (1912); G. Baume et G. Pamfil : *C. R.*, t. CLV, p. 426 (1912).

[1] G. Baume : *Arch. Sc. phys. et nat.* (4), t. XXXIII, p. 426 (1912).

[2] Voir à ce propos les considérations très intéressantes de Guye et de Bertholod sur les démonstrations et la validité de la règle des phases. *C. R.*, t. CLV, p. 149 et 343 (1912).

REVUE D'ANATOMIE

I. — Nouveaux procédés techniques. L'utilisation des rayons X en histologie.

Vu leur manque de réfrangibilité, les rayons X ne peuvent être employés dans l'observation histologique directe, ne peuvent fournir des radiographies microscopiques. En revanche, ils viennent d'être utilisés indirectement pour aider à la solution de maint problème histologique. En essayant l'action des rayons X sur les organismes normaux, les expérimentateurs ont, en effet, établi que les cellules de différentes espèces, ou même simplement aux divers stades de leur évolution, sont inégalement sensibles à cette forme de l'énergie radiante. Certaines d'entre elles sont tuées par une courte irradiation; d'autres, au contraire, résistent très longtemps et à de fortes doses. Il y a donc là un nouveau moyen expérimental de provoquer une véritable dissociation physiologique dans certains tissus, dans certains organismes. Nous allons en donner quelques exemples.

C'est sur les *cellules sexuelles* que l'action des rayons X semble être surtout marquée. Elle y a été mise en évidence dès 1903 par Albers Schönberg[1], et étudiée depuis par de nombreux chercheurs, notamment par Bergonié et Tribondeau[2], Seldin[3], Regaud[4] et Blanc, Regaud et Dubreuil, Villemin[5], Bardeen, sur le testicule; par Halberstædter[6], Bergonié et Tribondeau[7], Specht[8], Fellner et Neumann, Bouin, Ancel et Villemin, Zaretsky, Gallo, Regaud et Lacassagne[9], sur l'ovaire.

En ce qui concerne le *testicule*, on a établi qu'une irradiation relativement modérée produit au bout de quelques semaines chez le rat, le cobaye, le lapin, des modifications considérables dans les tubes séminifères. Les cellules de la lignée spermatique sont peu à peu détruites : les spermatogonies et les éléments en caryocinèse sont les plus sensibles. Les spermatozoïdes restent sains en apparence, mais perdent leur puissance fertilisante : la fécondation peut encore avoir lieu, mais l'œuf avorte de très bonne heure. Finalement, quand les meilleures conditions de destruction élective ont été réalisées, quand la réserve de spermatozoïdes antérieurement formés et d'aspect sain a été épuisée, les éléments des lignées séminales disparaissent complètement au bout de plusieurs mois, et il ne persiste dans le tube séminifère que le syncytium nourricier qui leur sert de soutien. Le repeuplement peut avoir lieu si un certain nombre de spermatogonies souches ont été épargnées. Mais souvent, chez le rat surtout, où le testicule, petit, est facilement pénétrable dans toute son épaisseur par les rayons, la stérilisation est définitive. Une irradiation plus intense détruit le syncytium nourricier lui-même et les tubes séminifères s'atrophient. D'après Bergonié et Tribondeau, généralement, au contraire, les cellules de la glande interstitielle, quoique plus vulnérables encore que l'épiderme, sont conservées, peut-être même augmentées de nombre. Parallèlement à ce fait, on remarque que la puissance virile des sujets stérilisés reste intacte, ce qui, fait remarquer Villemin, vient à l'appui de la théorie d'Ancel et Bouin sur le rôle de la glande interstitielle endocrine.

Les expériences plus récentes de Regaud et Nogier[1], sur le chat, le chien et le bélier, sont venues confirmer l'existence d'une hypertrophie compensatrice de la glande interstitielle du testicule rendu aspermatogène, démontrée par Ancel et Bouin dans d'autres circonstances. Au lieu d'enlever un testicule et de réséquer le canal déférent de l'autre, comme l'ont fait ces auteurs, Regaud et Nogier, renouvelant et perfectionnant les procédés de Bergonié et Tribondeau, stérilisent les deux à la fois par les rayons X, en laissant l'un d'eux survivre à l'autre un temps suffisant. Ils constatent alors, souvent sinon toujours, par l'augmentation relative du poids comme par l'examen histologique, une hypertrophie compensatrice évidente.

Chez l'homme, une stérilisation au moins temporaire par les rayons X a été déjà observée dans

[1] Albers Schönberg : *Munchener med. Wochenschrift*, 1903, p. 1859.

[2] Bergonié et Tribondeau : *C. R. de la Soc. de Biol.* Nombreuses notes en 1904, 1905, 1906; — et *Archives d'électricité médicale*, 1906.

[3] Seldin : *Fortschr. auf d. Gebiet der Rœntgenstr.*, 1904, p. 322.

[4] Regaud, seul ou en collaboration avec Blanc, Dubreuil, etc. *C. R. de la Soc. de Biol.* Nombreuses notes en 1906, 1907, 1908; — *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Lille, 1907, p. 30; — *Associat. franç. pour l'Avanc. des Sciences*, Clermont, 1908 (13e section).

[5] Villemin : *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1906; — et de *la Soc. de Biol.*, 1906.

[6] Halberstædter : *Berlin. klin. Wochenschrift*, 1905, p. 64.

[7] Bergonié et Tribondeau : *C. R. de la Soc. de Biol.*, févr. 1905 et 1907.

[8] Specht : *Archiv. für Gynäkol.*, 1906, p. 458.

[9] Regaud et Lacassagne : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1911; — *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1913; — et Lacassagne : *Thèse méd. Lyon*, 1913; — Voir aussi le rapport précédemment cité de Regaud à *l'Assoc. franç. pour l'Avanc. des Sciences*, 1908.

[1] Regaud et Nogier : *C. R. de l'Associat. des Anatom.*, 1911, p. 293.

un certain nombre de cas. On arriverait facilement à l'obtenir sans danger, s'il était nécessaire dans un but thérapeutique, maintenant que Regaud et Nogier[1] ont déterminé le mode opératoire sur les testicules beaucoup plus gros du bélier.

En ce qui concerne l'*ovaire*, l'irradiation provoque l'atrophie, définitive, semble-t-il, des follicules de De Graaf et des ovules. Le plus souvent, les irradiations étant plus brutales (soit à cause de situation plus profonde de l'organe, qui nécessite une action plus intense, soit parce que les opérateurs ont cru devoir le mettre à nu : Bergonié et Tribondeau), la glande interstitielle est également lésée. Pourtant, d'après Ancel, Bouin et Villemin, on pourrait arriver à la conserver intacte.

D'après le dernier travail sur ce sujet, et le plus complet, celui de Lacassagne[2], fait sous la direction de Regaud, la stérilisation définitive peut être assez facilement obtenue chez la lapine par une irradiation transcutanée faite par la voie lombaire, dans certaines conditions techniques que précise l'auteur[2]. Si elle n'a pas eu lieu, les follicules épargnés recommencent à évoluer au sixième mois environ. Cellules folliculaires et ovocytes sont très sensibles à l'irradiation, et d'autant plus, en général, qu'ils sont plus évolués, les follicules primaires étant les plus résistants, les seuls sur lesquels on puisse compter pour une régénération éventuelle. Aucun follicule nouveau n'est capable de se reformer s'ils sont tous détruits[3]. Mais il suffit, dit Lacassagne, de la persistance d'un seul gros follicule ou d'un seul kyste dans un ovaire pour que l'animal puisse entrer en rut; ce minimum est indispensable. Cela confirmerait l'ancienne théorie du rut par excitation nerveuse produite par l'action mécanique du follicule en voie d'accroissement, sans intervention nécessaire des autres éléments : glande interstitielle, corps jaune, etc... L'irradiation n'a pas d'action sur le corps jaune; elle fait régresser temporairement, en tarissant sa source normale (thèques internes très sensibles des follicules atrésiques), la glande interstitielle, qui se reconstitue peu à peu aux dépens des cellules conjonctives du stroma. La cellule interstitielle est donc un élément temporaire, évoluant en trois ou quatre mois, et qu'il est besoin de remplacer sans cesse.

Ajoutons en passant que le *radium* a produit sur le testicule (Scholtz, 1904; Seldin, 1904; Thaler, 1905) et sur l'ovaire (Halberstædter, 1905) des résultats sensiblement analogues à ceux obtenus avec les rayons X[1].

Toutes ces observations ont permis de mettre en relief, *au point de vue cytologique*, la sensibilité plus grande du noyau, et particulièrement de la chromatine nucléaire, qui peut offrir immédiatement des lésions très faciles à constater (comme dans l'ovule, d'après Bergonié et Tribondeau, Lacassagne), ou, au contraire, ne subir que des modifications latentes dans le spermatozoïde (Bergonié et Tribondeau, Regaud et Dubreuil, Bardeen).

Mais, en outre, elles ont apporté des éléments nouveaux pour la solution de certains problèmes que soulève l'étude de la *spermatogénèse*. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail. Nous rappellerons simplement, d'après Bergonié et Tribondeau, d'après Regaud, que la disparition définitive des spermatogonies, avec persistance des éléments du syncytium, semble à ces auteurs constituer un fait capital en faveur de l'indépendance génétique de ces deux lignées cellulaires chez l'adulte[2]. Les phénomènes observés lors de la rœntgénisation montrent encore la réalité, si contestée, de la fusion des cellules de Sertoli en un syncytium et prouvent, contrairement à l'opinion de Tellyenicsky (1905), que celui-ci n'est pas une simple matière intercellulaire dérivée par dégénérescence des cellules séminales, etc... Enfin, en tuant électivement les spermatogonies, les rayons X arrêtent la formation de nouvelles lignées spermatiques sans empêcher les lignées déjà « en route » d'achever leur évolution : ce qui a permis à Regaud[3] de déterminer approximativement, chez le rat, la durée de l'évolution d'une lignée, qui serait de vingt-huit à trente jours.

Outre les cellules sexuelles, il existe encore une autre espèce d'éléments très sensibles aux rayons X : ce sont les *lymphocytes*. Heinecke[4] a montré, en 1903 et 1904, que l'irradiation tend à les faire disparaître dans les ganglions lymphatiques, la rate, le thymus. Nous verrons plus loin (au chapitre Thymus) les résultats qu'on a obtenus récemment sur ce dernier organe. Chez la souris, le cobaye, irradiés *in toto*, Heinecke a vu les corpuscules de Malpighi de la rate disparaître les premiers; puis les ganglions lymphatiques, les follicules clos intestinaux, le tissu lymphoïde, en général, ont le

[1] Regaud et Nogier : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1911, t. LXX, p. 5 et 202.

[2] Lacassagne : *Thèse méd. Lyon*, 1913.

[3] Chez la femme, Lacassagne considère la stérilisation comme encore impossible à l'heure actuelle.

[1] Rappelons que le Professeur Oscar Hertwig a publié ici même, dans le numéro du 30 août 1913, un remarquable article sur l'action biologique des corps radio-actifs en général.

[2] C'est une conclusion pourtant sur laquelle il convient de faire des réserves.

[3] Regaud : *C. R. de l'Associat. des Anatom.*, 1911.

[4] Heinecke : *Münchener med. Wochenschrift*, 1903, n° 18, et 1904, n° 18.

même sort. Le nombre des leucocytes du sang diminue considérablement. Milchner et Mosse[1] ont obtenu des résultats analogues sur la moelle osseuse, où sont détruits non seulement les lymphocytes, mais aussi les éléments de la série myéloïde. Aubertin et Beaujard[2] ont établi toutefois que la sensibilité de ces derniers est bien moins considérable. Ces deux auteurs ont étudié avec soin et parallèlement l'état du sang circulant et celui des organes hématopoiétiques. Ils ont montré l'existence d'une première phase d'excitation du tissu myéloïde, se traduisant par une énergique leucocytose (augmentation du nombre des leucocytes neutrophiles et même éosinophiles dans le sang). Une phase de destruction y succède. Comme Heinecke, ils ont pu constater aussi la diminution du chiffre des hématies.

De nombreux auteurs, parmi lesquels nous citerons seulement Œttinger, Fiessinger et Sauphar[3], David et Desplats[4], ont développé ces recherches, et tenté d'en tirer parti dans le traitement de la leucémie, se basant sur l'action tout d'abord stimulante des rayons X, action à laquelle on peut s'arrêter si on les emploie à très faible dose.

Sur le tissu lymphoïde des organes digestifs, d'après Regaud, Nogier et Lacassagne[5], l'irradiation paraît avoir une moindre influence, bien que, chez le chien, elle tende à faire disparaître la couche lymphoïde sous-jacente aux glandes, tandis que la muqueuse, et parfois toute la paroi intestinale, sont peu à peu envahies par des polynucléaires. En revanche, les éléments des glandes de Lieberkühn et des villosités, les cellules principales des glandes fundiques (contrairement aux bordantes) sont très sensibles aux rayons X, et leur emploi prolongé sur l'abdomen a pu amener ainsi, outre l'atrophie des éléments énumérés, la production de lésions très marquées, allant, dans certains cas, jusqu'à la perforation.

Ce résumé, très écourté, suffira, croyons-nous, à faire comprendre l'importance de l'emploi des rayons X dans les études d'histologie normale et pathologique[6].

[1] Milchner et Mosse : *Berliner klinische Wochenschrift*, 1904.

[2] Aubertin et Beaujard : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 11 juin 1904 et 28 janvier 1905; — *Presse Médicale*, n° 67, 1904; — *Archives de Médecine expérimentale*, n° 3, 1908.

[3] Œttinger, Fiessinger et Sauphar : *Archives des maladies du cœur*, mai 1910.

[4] David et Desplats : *Archives d'électricité médicale*, 25 mai 1912.

[5] Regaud, Nogier et Lacassagne : *Archives d'électricité médicale*, 10 octobre 1912.

[6] Voyez encore Wickham : *Verhandlungen des IV. intern. Congresses für Physiotherapie*, Berlin, 1913, 2e section : Radiothérapie.

II. — Cellules et tissus.

Les cultures de tissus en dehors de l'organisme.

Il n'est personne, à l'heure actuelle, qui n'ait entendu parler des intéressantes et retentissantes expériences de transplantations d'organes faites par Carrel et ses élèves (1905-1912). Les greffes de petites portions de tissus ou d'organes étaient bien connues depuis longtemps par les travaux d'Ollier, de P. Bert, de Thiersch et de bien d'autres (de Cristiani notamment pour la thyroïde). Mais Carrel faisait faire un tel progrès à la technique, qu'il introduisait l'usage de vastes greffes nouvelles (celles des vaisseaux notamment) dans la pratique chirurgicale courante, et laissait entrevoir pour l'avenir un champ d'espérances bien plus vaste encore[1]. Les chirurgiens furent enthousiasmés; les biologistes se réservèrent quelque peu. Ils savaient, en effet, depuis longtemps[2] que des cellules, des tissus, des organes mêmes peuvent survivre hors de l'organisme. Depuis quelques années, la méthode des circulations artificielles, dont l'origine remonte jusqu'à Ludwig, et l'emploi des sérums artificiels de Ringer, de Locke, avaient permis d'étendre largement cette survie à des organes tout entiers [cœur humain ranimé par Hédon et Gilis (1892) et par Kuliabko jusqu'à vingt heures après la mort; intestin grêle du lapin recouvrant ses contractions péristaltiques après sept jours de conservation à la glacière : Hédon et Fleig, 1903, etc...[3]].

Or Carrel[4] prétendait, chez les Mammifères eux-mêmes, non seulement faire survivre chaque organe ou fragment d'organe, mais le cultiver en dehors de l'organisme, c'est-à-dire en faire, à la façon des horticulteurs, de véritables boutures susceptibles de développement, tout en gardant leurs caractères et leurs fonctions essentielles.

[1] Rappelons au passage les greffes récentes de cornée humaine réussies par Magitot. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1911.

[2] On sait qu'en renouvelant l'expérience instaurée par Recklinghausen dès 1866, Ranvier (1875) a réussi à conserver des leucocytes vivants et doués de mouvements amiboïdes nets jusqu'à vingt-cinq jours (grenouille). Cardile (1898) n'a été que jusqu'à douze jours, mais Jolly (1903) a poussé jusqu'à vingt-sept jours chez le triton, et Lieberkühn (d'après Beaunis) aurait obtenu, en tubes scellés, la survie jusqu'au quatre-vingt-cinquième jour chez la salamandre. Ces chiffres ont été bien dépassés depuis : Jolly (1910), en s'inspirant de la technique de Carrel, a obtenu jusqu'à dix mois de survie (grenouille).

[3] Voir Hédon : Les étapes des recherches sur la vie des cellules et des tissus en dehors de l'organisme. *Presse Médicale*, 1er janvier 1913.

[4] Carrel et Burrow : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1910, t. II, p. 293, 298, 299, 328, 332, 365, 367, etc.; — Voir encore *Presse Médicale*, 1911, p. 209; — *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1912, 1913, etc.; — Carrel et Burrow avaient pris pour point de départ les premières expériences de Harrison, qui put observer le développement des nerfs sur des fragments de système nerveux central conservés *in vitro*. Leo Loeb dit, de son côté, avoir obtenu des cultures dès 1898.

Autour d'un fragment ensemencé, il voyait se former de longues traînées de cellules fusiformes, rayonnant en tous sens, et accroissant ainsi la surface du fragment. Dans ce dernier lui-même, s'il s'agissait de rein, par exemple, il croyait voir, en outre, bourgeonner de *nouveaux tubes rénaux*.

Les exagérations de la presse quotidienne, attribuant à Carrel, dans des articles dithyrambiques, la découverte de tous les phénomènes de survie, avaient quelque peu mis en défiance les biologistes, mieux informés, et ils hésitaient beaucoup à croire à la possibilité de véritables cultures d'organes, dans l'état actuel de la science tout au moins : ils hésitaient surtout à en voir dans les descriptions un peu sommaires qu'on leur en présentait. Une assez vive réaction se manifesta, dont Jolly[1] se fit l'écho autorisé à la Société de Biologie, lorsqu'il rappela que ces expériences, loin d'être absolument nouvelles, « se reliaient à tout un ordre de recherches antérieures, dans lesquelles des résultats fort intéressants avaient été obtenus ». Il ajoutait que les phénomènes observés par Carrel semblaient être de simples phénomènes de survie et d'étalement, de glissement, mêlés à beaucoup de phénomènes de nécrobiose. Les caryocinèses mêmes dont Carrel et Burrow affirmaient avoir constaté l'existence ne paraissaient pas à Jolly une preuve suffisante de culture : tout au moins eût-il fallu qu'elles fussent abondantes et longtemps persistantes.

N'ayant étudié ses cultures que d'une façon un peu grossière, à plat et en bloc, dans toute leur épaisseur, Carrel ne pouvait guère espérer convaincre encore les histologistes, habitués à une analyse plus précise. Il était nécessaire que ceux-ci reprissent les expériences avec les ressources de leur technique ordinaire, c'est-à-dire, en premier lieu, avec la méthode des fines coupes en série.

Oppel[2] semble être le premier qui soit entré dans cette voie. Dans les cultures de rate et de moelle des os adultes, il a montré la présence de ces caryocinèses, plus nombreuses même que dans les fragments témoins, et donné de belles figures de ces divisions cellulaires électivement colorées. Le doute n'était guère permis sur ce point, et en ce qui concerne ces organes.

Parmi les auteurs qui nous ont apporté des documents histologiques, nous pouvons citer ensuite Lœb, puis Weil. Le premier a établi que le centre des fragments se nécrose de très bonne heure, par manque d'oxygène, et que c'est exclusivement la périphérie qui cultive. G. C. Weil[3], d'autre part, nous a mis en garde contre l'expression « culture d'organes », en montrant que dans le foie, le rein, on ne produit pas de vrais cylindres hépatiques, de vrais tubes rénaux, mais que les cellules « dépensent toute leur énergie dans l'activité végétative, sans conserver leur fonction spécialisée ». Elles sont comme dépaysées ; elles deviennent « des entités isolées comme autant d'amibes, différant seulement de chaque autre dans le degré de spécialisation qu'elles ont acquis avant leur croissance dans des conditions artificielles » ; plus cette spécialisation a été loin, plus la culture est difficile.

Mais c'est Champy[1], élève de Prenant, qui vient de faire faire à la question le pas le plus décisif au point de vue histologique, le seul qui doive nous occuper ici. Après s'être assimilé la technique de Carrel, et avoir réussi des ensemencements de tissus et d'organes très divers, après avoir fixé et étudié ces tissus en coupes fines, il est arrivé aux résultats suivants. Cherchant d'abord à préciser ce qu'il faut entendre par *culture*, il pose en principe que la multiplication des cellules par division mitosique (ou caryocinétique) doit être prise comme critérium[2]. Dans les cas où l'on constate l'agrandissement du fragment ensemencé par simple étalement à la surface du plasma, on ne peut, en l'absence de mitoses, parler que de *survie* des éléments constituant ce fragment[3]. Or, c'est ce qui se produirait le plus fréquemment avec les organes adultes, où, tout au moins, la culture serait à peine marquée, lente, difficile, souvent limitée à la végétation du tissu conjonctif seul.

Il en est tout autrement pour les tissus de l'embryon, et, dans une plus faible mesure, pour ceux des très jeunes animaux. Ici, les divisions caryocinétiques abondent dès les premières heures, les phénomènes de culture et de croissance sont incontestables. Sur ce point, Carrel avait donc raison ; mais il est allé trop loin lorsqu'il a cru conserver intact et en voie de régénération tel ou tel organe ; en réalité, comme nous allons le voir, et comme l'a bien montré Champy, il n'a cultivé qu'un organe

[1] Jolly : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1910, t. II, p. 470 et 608.

[2] Oppel : *Anatomischer Anzeiger*, t. XL, p. 161, 20 janvier 1912.

[3] G. C. Weil : *Journal of medical Research*, t. XXVI, p. 159, 1912.

[1] Champy : *Bibliographie anatomique*, t. XXIII, fasc. 2, 1913 ; — Voyez aussi *Le Mouvement médical*, n° 4, avril 1913 ; — et *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1912, 1913.

[2] Avec Jolly, toutefois, nous demanderons que la prolifération soit bien évidente, « le développement continu et progressif », que les caryocinèses soient nombreuses et persistantes, puisqu'on peut en observer un certain nombre jusque dans les tissus agoniques.

[3] En ce sens, Jolly lui-même, le contradicteur de Carrel, avait fait, dès 1903 (*C. R. de la Soc. de Biol.*, p. 1266), de véritables cultures de sang adulte, puisqu'il obtenait *in vitro*, pendant huit à quinze jours, des caryocinèses de globules rouges de Triton. Mais il s'était interdit d'employer le terme de culture, parce que « les phénomènes de destruction existaient toujours à côté de phénomènes de multiplication » qui allaient s'atténuant peu à peu.

revenu à l'état indifférent, ou, comme le dit l'auteur, *dédifférencié*.

Prenons comme exemple le rein d'embryon de lapin, surtout étudié par Champy. Un fragment de la substance corticale, gros comme une tête d'épingle métallique, est ensemencé aseptiquement sur plasma sanguin de la même espèce, et porté à l'étuve à 37°. Au bout de quelques heures (5 à 7), si minime que soit le fragment, on peut y constater deux zones d'aspect bien différent : une *zone centrale dégénérée* et en voie d'autolyse, parce que mal nourrie, insuffisamment pénétrée par le plasma et l'oxygène; une *zone* ou *coque périphérique fertile*, bien imbibée de plasma, mais qui reste mince, et diminue même bientôt d'étendue pour se limiter à la partie superficielle du fragment restée en contact avec l'air atmosphérique, seule région placée dans de bonnes conditions respiratoires. C'est cette zone fertile qui est caractérisée par les phénomènes de culture et de dédifférenciation. Dès l'ensemencement, en effet, on y aperçoit des caryocinèses. Dès la cinquième heure, les cellules des différents tubes rénaux commencent à s'uniformiser. Alors que, pendant assez longtemps encore, on peut, dans la zone centrale, distinguer l'un de l'autre un tube contourné, une pièce intermédiaire, etc..., dans la zone fertile, au contraire, les cellules des tubes urinifères perdent vite leurs caractères distinctifs (bordure en brosse, bâtonnets mitochondriaux), et deviennent uniformément des éléments prismatiques à chondriome quelconque, et d'aspect banal, mais sans cesse en voie de mitose. L'épithélium des glomérules lui-même, direct et réfléchi, se gonfle, prend le même aspect, envoie des diverticules tubulaires. Bref, au bout d'une dizaine d'heures, la zone fertile du fragment n'a plus rien de rénal, et est constituée exclusivement par un amas de tubes épithéliaux indifférents, assez analogues à ceux qui constituent certains épithéliomas, tubes végétants divisés, lobés, où les cellules se stratifient par places, où les mitoses désorientées sont dirigées en tous sens. Au bout de vingt-quatre heures, le tissu interposé, conjonctif et vasculaire, a lui-même proliféré en une masse d'éléments serrés tous semblables. On voit alors, en beaucoup de points, la membrane basale qui limitait les tubes, peu à peu amincie, se rompre, et les éléments épithéliaux de ces tubes se mélanger à ceux d'origine mésenchymateuse dont bientôt ils ne se distingueront plus. C'est la dernière étape de la dédifférenciation.

Quand elle sera accomplie, dans toute l'étendue de la zone fertile nous n'aurons plus sous les yeux qu'un « tissu embryonnaire complètement indifférent ». C'est en effet un véritable « retour à l'état embryonnaire », et il ne s'agit plus ici de rein, mais de cellules qui ont uniquement conservé leur caractère spécifique zoologique, car elles ne sont cultivables que sur plasma de lapin.

Mais, de la vingt-quatrième à la trentième heure, dans cet amas de cellules indifférentes, un phénomène nouveau se produit : c'est celui qui avait le plus frappé Carrel ; les éléments en voie de multiplication s'étendent en une couche très mince, généralement en une seule assise, non seulement à la surface du fragment qu'ils revêtent d'une sorte d'épithélium, mais à la surface du plasma : c'est ce que Champy appelle la *zone d'envahissement*. Faisant tache d'huile, elle recouvre bientôt cette surface tout entière d'un mince voile grisâtre, à la façon d'une culture microbienne, et commence à monter le long des parois du vase. On peut, à la manière de Carrel, détacher un fragment de ce voile, le *repiquer* sur plasma de lapin dans un autre cristallisoir, et recommencer plusieurs fois de suite, faire en un mot des cultures en série. Mais dans toutes, comme le montre bien Champy, on reste toujours en face du même tissu indifférent embryonnaire en voie de prolifération active.

En résumé, la méthode de Carrel donne bien la possibilité de cultiver les éléments cellulaires les plus variés en dehors de l'organisme, pourvu qu'ils soient jeunes ou capables de rajeunissement; mais, contrairement à ce qu'avait cru cet auteur, ces éléments perdraient les caractères du tissu de l'organe auquel ils appartenaient, et quand on parle de culture de rein, de thyroïde, etc., cela veut dire simplement que le fragment ensemencé a été pris dans ces organes. Ce n'est plus, semble-t-il bien, du rein que l'on cultive, mais des cellules provenant d'un rein et ayant perdu toute différenciation, incapables, par conséquent, de conserver ou de reprendre d'elles-mêmes la fonction rénale.

D'après Champy, « la rapidité de dédifférenciation est fonction de l'activité de la multiplication cellulaire dans l'organe ou le tissu qui a fourni la semence ». C'est ainsi que, des organes adultes, seul le testicule, qui contient encore de nombreuses mitoses, cultive et se dédifférencie avec rapidité. Les éléments très différenciés, comme les cellules nerveuse, hépatique, cristallinienne, musculaire [1], ayant perdu la faculté de se diviser, ne cultivent pas réellement, mais survivent simplement plus ou moins longtemps. La cellule nerveuse, pourtant, occupe une situation quelque peu intermédiaire. Elle fait plus que survivre, elle végète, puisque, comme l'ont montré de nombreux auteurs

[1] Carrel croit avoir fait de véritables cultures de cœur de poulet et assisté à la formation de véritables cellules contractiles nouvelles; Champy n'a jamais pu obtenir jusqu'ici que la survie de ces éléments avec étalement et prolifération des éléments conjonctifs interposés. C'est un point à reprendre.

Harrison, Legendre et Minot, Nageotte, etc...), elle envoie autour d'elle de nombreux prolongements plus ou moins semblables à des cylindres-axes.

Si la méthode nouvelle ne permet pas, comme l'espérait Carrel, de conserver *in vitro* les tissus et organes avec leurs caractères fonctionnels et de les régénérer[1], du moins elle deviendra précieuse pour le biologiste en ouvrant une large voie à l'expérimentation. Elle permettra de mieux connaître chaque tissu, chaque organe, en étudiant sur lui cette sorte d'histogénèse à rebours qu'est la dédifférenciation. Elle permettra, en faisant varier les conditions extérieures, d'étudier, sur les éléments redevenus indifférents, les causes des différenciations histologiques ou histopathologiques et de préciser les lois de la physiologie cellulaire. Elle aidera probablement ainsi à élucider les conditions qui amènent la production des éléments atypiques des néoplasmes (Champy)[2].

Nous devons ajouter, pour rendre pleine justice à Carrel, qu'il vient de publier deux mémoires récents[3], consacrés surtout au tissu conjonctif de l'embryon de poulet, et dans lesquels il annonce que, par repiquages successifs, il a pu continuer la culture de ce tissu pendant six mois, en produisant de telles quantités de cellules nouvelles qu'on ne peut plus lui reprocher d'avoir obtenu une simple survivance. En modifiant sa technique, il croit ainsi avoir trouvé la solution de la question de la vie permanente, de la « culture indéfinie » des tissus *in vitro*, ce qui permettra, dit-il, d'étudier les caractères acquis par les tissus « libérés du contrôle de l'organisme dont ils dérivent ». Dans les figures qu'il donne à l'appui (deux surtout au fort grossissement), on est frappé de ce fait que les cellules nouvelles continuent indéfiniment à s'ordonner en longues et minces traînées rayonnantes anastomosées entre elles, gardent, en un mot, tout en s'étalant à la surface du plasma, le caractère d'un réseau conjonctif. Il y a par conséquent lieu de se demander si Champy n'a pas appliqué trop strictement la loi de dédifférenciation qu'il a établie, et sous laquelle il reconnaît d'ailleurs lui-même que certains tissus (cartilage) se rangent assez difficilement. Ne serait-il pas impossible que cette loi, applicable aux organes, fût moins rigoureuse dans certains cas en s'étendant aux tissus élémentaires, c'est-à-dire qu'une cellule conjonctive ou musculaire, dans certaines conditions tout au moins, pût conserver à l'état de culture (ralentie peut-être) tout ou partie de ses caractères spécifiques[1]?

III. — Les membranes séreuses. Les « stomates » des membranes séreuses.

Au point de vue physiologique, il n'est pas douteux que les séreuses ne soient susceptibles d'absorber rapidement des liquides, et même des corpuscules solides, au niveau du centre tendineux du diaphragme particulièrement, sur la face péritonéale. Mais quelles sont les dispositions anatomiques qui permettent cette absorption? On se rappelle qu'à une certaine époque, Recklinghausen (1868-1871), puis Schweiger-Seidel et Dogiel, Ranvier, crurent avoir démontré victorieusement, au niveau du centre phrénique des Mammifères et au niveau de la membrane rétro-péritonéale de la grenouille, l'existence de véritables « stomates », que Ranvier appelait les « puits lymphatiques », assurant la communication de la cavité péritonéale avec les vaisseaux lymphatiques radiés situés entre les tendons élémentaires dans le premier cas, avec le sac lymphatique rétro-péritonéal dans le second. Mais les travaux de Tourneux et Herrmann (1874-1876), de Bizzozero et de ses élèves, étaient venus battre en brèche ces données.

Depuis lors, la question semble avoir cessé de passionner les histologistes, sans être pourtant complètement résolue, en présence du fait physiologique assez incontestable de l'absorption. Parmi les travaux peu nombreux qu'on trouve épars dans la bibliographie, les uns, ceux de Skorzow, Arnold, Rajewsky, etc..., soutiennent en l'atténuant un peu la théorie des stomates; ceux de Kolossow, de Muscatello, et autres, la combattent. Plus récemment, Ussow (1899)[2] niait les ouvertures préformées, mais admettait des fentes intercellulaires; Mac Callum (1903)[3] voyait l'épithélium péritonéal du diaphragme ininterrompu chez le chien, mais constitué de cellules pourtant capables de s'écarter légèrement l'une de l'autre à l'occasion, de façon à laisser passer les granules solides eux-mêmes.

Depuis 1903, la question semblait n'avoir pas fait l'objet de nouvelles recherches de quelque importance ; elle vient d'être reprise par R. Wal-

[1] Les greffes elles-mêmes, d'un sujet à un autre, semblent souvent dégénérer, et ne servir que de guides et de supports à la réparation des tissus du porte-greffes.

[2] Les tissus pathologiques, sarcome, carcinome, etc..., ont été cultivés comme les tissus normaux par Carrel et Burrow (1910), Lambert, etc...

[3] Carrel : *Journal of experimental Medicine*, t. XV (1912), p. 516, et t. XVIII (1913).

[1] Cet article était écrit avant l'impression de celui de Champy sur le même sujet dans un précédent numéro de la *Revue*, celui du 15 novembre 1913. Dans ce dernier, Champy signale un fait nouveau : c'est qu'il a pu provoquer la prolifération, et par suite la dédifférenciation, dans certains tissus adultes qui ne mitosaient plus (muscle vésical du lapin).

[2] Ussow : *Le Physiologiste russe* (1899).

[3] Mac Callum : *Anatomischer Anzeiger*, 1903, t. XXIII, p. 157.

ter[1], qui s'est adressé à diverses séreuses (plèvre, péritoine) et à diverses espèces de Poissons, d'Amphibiens et de Mammifères. Nulle part, dit-il, il n'a trouvé de véritables stomates, nulle part il n'a vu de communications préformées des lymphatiques avec les séreuses, qui constituent des sacs complètement clos. Dans deux points seulement, ceux que nous citions dès le début, il a pu constater la résorption de granules solides. Elle serait, en ces points mêmes, limitée à des plages d'endothélium pourvues de cellules plus petites que celles du voisinage, et possédant la propriété de se rétracter facilement sous excitation. La substance intermédiaire intercellulaire (*Zwischensubstanz*), normalement réduite à de simples traînées, s'accroîtrait ainsi par extension, et ce serait à son niveau que pénétreraient les particules solides. Au-dessous de l'endothélium, si le lymphatique n'est pas à son contact, elles chemineraient de même jusqu'à lui à travers la substance conjonctive amorphe.

Walter appuie ces conclusions sur une série de recherches basées sur les nitratations, et sur la résorption expérimentale d'encre de Chine, en combinant le plus souvent les deux méthodes. Au niveau du centre phrénique, l'auteur nous montre au-dessus des lymphatiques les traînées de petites cellules bien connues depuis longtemps; leur présence est bien liée à celle du lymphatique, car, si dans la même fente intertendineuse chemine à côté de celui-ci une artériole, l'endothélium n'est aucunement modifié au-dessus du vaisseau sanguin et conserve ses larges cellules. Après nitratation, normalement, les petites cellules de la traînée apparaissent séparées par de simples traits; mais, si la membrane est excitée par la présence de matières pulvérulentes, ces traits s'élargissent, et se tranforment même, au niveau des carrefours intercellulaires, en petites taches brunes irrégulières étoilées.

Si l'encre de Chine a été injectée depuis un certain temps dans la cavité péritonéale (cobaye), on constate que la résorption s'est faite au niveau des traînées de petites cellules et uniquement en ces points. Dans les figures, on aperçoit très nettement l'encre sous forme de petites flaques noires immédiatement au-dessous de l'endothélium, d'ailleurs intact, et qu'elle n'a pu traverser qu'au niveau des lignes intercellulaires élargies.

Chez la grenouille, Walter constate de même l'absorption d'encre au niveau des enfoncements ou « cratères », occupés par quelques petits éléments endothéliaux, et entourés de grandes cellules, disposées en rosette. D'après lui, il existe bien, sous le cratère, une lacune dans le tissu conjonctif, mais cette lacune est comblée par de la substance amorphe. Les coupes qu'il en donne sont loin d'être aussi probantes, et les partisans des stomates exigeront des figures plus démonstratives sur ce point particulier.

En ce qui concerne le centre phrénique des Mammifères, la démonstration nous paraît bien meilleure; pourtant on peut encore se demander s'il s'agit bien de substance intercellulaire et non de simples fentes intercellulaires devenues béantes et élargies par la contraction des éléments interposés.

IV. — Les glandes a sécrétion interne.

§ 1. — Le Thymus.

L'organe toujours assez énigmatique qu'est le thymus commence à être de mieux en mieux connu, au point de vue structural tout au moins. Nous sommes redevables de ce progrès à de nombreux chercheurs, mais surtout au Suédois Hammar (d'Upsala), et à ses élèves, qui, depuis près de huit ans, se sont attachés méthodiquement à l'étude de cet organe[1].

Rappelons d'abord que Hammar a établi, contrairement à ce qu'on croyait tout d'abord, que le thymus est loin d'être un organe purement fœtal, commençant à s'atrophier immédiatement après la naissance et absent chez l'adulte (1906). C'est, au contraire, à l'époque de la puberté, chez l'homme (11 à 15 ans[2]) et chez les Mammifères, que le thymus atteint son maximum de développement. Il décroît seulement après que l'heure de la maturité sexuelle a sonné, rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement jusqu'au seuil de la vieillesse. Ces données, que laissaient déjà pressentir divers travaux, ceux d'Henderson notamment chez le bœuf (1904), de Paton et Goodall chez le cobaye (1904), ont été confirmées depuis par la plupart des chercheurs: Söderlund et Backmann, Soli, Ronconi, Sury, Jolly et Samson Levin, Regaud et Cré-

[1] Walter: *Anatomische Hefte*, 1912, fasc. 139, ou t. XVIII, fasc. 2, p. 275.

[1] Nous ne pouvons citer ici tous les travaux récents; on en trouvera la liste dans le mémoire de Hammar: Fünfzig Jahre Thymusforschung, *Ergebnisse der Anatomie und Entw.*, t. XIX, 1909; et, depuis, dans les résumés annuels donnés par cet auteur dans le *Zentralblatt der experimentellen Medizin*; enfin, dans la *Thèse* de Crémieu (Lyon, 1912). — Citons seulement, parmi les autres travaux de Hammar, celui qui parut en 1905 dans l'*Anatomischer Anzeiger*, t. XXVII, et dont nous avons parlé dans notre Revue cette même année, — celui qui parut en 1907 dans *Arch. für Anat. und Physiol.* (*An. Abth.*), — un autre sur le thymus des Téléostéens (*Archiv. für mik. Anat.*, t. LXXIII, 1908, et des Sélaciens) (*Zoologische Jahrbücher*, 1911). Nous retrouverons plus loin les noms de ses élèves, Jonson, Söderlund et Backmann, Rudberg, etc.

[2] C'est par erreur qu'il a été imprimé dans notre Revue de 1905, p. 1104: 35, au lieu de 15.

mieu, Sokoloff. Ce qui avait faussé les premières observations et fait croire à une disparition précoce du thymus, c'est l'existence, à côté de cette *involution physiologique*, d'une *involution accidentelle* qui s'établit facilement chez les sujets malades ou malnourris[1], et aussi d'une *involution saisonnière*, bien marquée surtout chez certains vertébrés inférieurs : Amphibiens et Reptiles (Hammar, Dustin). Enfin, on a pu provoquer récemment, soit par le jeûne (Ver Eecke, 1899; Hammar, Jonson, Jolly et Samson Levin), soit par l'action des rayons X (Heinecke, 1902; Rudberg, Aubertin et Bordet, Pigache et Béclère, Regaud et Crémieu), une *involution expérimentale*, généralement suivie de régénération, qui a permis d'arriver à des résultats extrêmement intéressants sur la nature et l'évolution des différents éléments du thymus.

On sait qu'il existe dans cet organe au moins deux sortes d'éléments bien distincts : d'une part, un réseau cellulaire de soutien; d'autre part, de nombreuses petites cellules thymiques ayant l'aspect de la variété de globules blancs dits lymphocytes, logées dans les mailles de ce reticulum.

Le *réseau* avait d'abord été considéré comme conjonctif. Hammar (1905) a montré par l'histogénèse (fœtus humain) qu'il dérive du bourgeon épithélial primitif et reste épithélial chez l'adulte[2]. Cette assertion, qui étonna d'abord quelque peu, malgré les précisions données par l'auteur suédois, se confirme de plus en plus, et notamment par l'étude de l'involution expérimentale.

Dès 1903-1904, Heineke[3] avait établi que l'application des rayons X tue et fait temporairement disparaître les lymphocytes des organes lymphoïdes (ganglions, rate, thymus), permettant ainsi une véritable dissociation de leur tissu sur le vivant. Rudberg[4] (1907), chez de jeunes lapins de 1 à 2 mois, reprit avec plus de détails ces expériences sur le thymus, et montra qu'on provoque par l'irradiation une diminution très rapide de cet organe, qui tombe en quelques jours au dixième de son poids normal. Les lymphocytes subissent une pycnose nucléaire très précoce, leurs débris chromatiques sont phagocytés par le reticulum; il en résulte une disparition de la substance corticale, normalement caractérisée, comme on le sait, par l'abondance extrême des lymphocytes. Aubertin et Bordet[1], Béclère et Pigache[2], confirmèrent en partie au moins ces résultats, avec quelques variantes, chez un petit nombre de sujets (chats, chiens, lapins). Enfin, tout récemment, Regaud et Crémieu[3] ont repris méthodiquement et minutieusement l'étude de l'irradiation par les rayons X sur les jeunes chats (plus de 40 sujets), en dosant, en filtrant ces rayons sur des épaisseurs diverses d'aluminium pour éliminer les rayons mous qui s'arrêtent à la peau, en localisant d'une façon aussi précise que possible leur action au thymus à l'aide d'écrans de plomb découpés. Grâce à cette technique perfectionnée, ils sont arrivés à des résultats beaucoup plus précis que leurs devanciers. En ce qui concerne le stroma réticulé, ils l'ont vu, après nécrobiose et disparition des lymphocytes (c'est-à-dire après la 46e heure), se tasser, se réduire et prendre partout l'aspect de la zone médullaire. Mais, tandis que Rudberg n'avait pas noté de changements bien intéressants du côté des corpuscules de Hassall, les auteurs lyonnais confirment au cours de l'involution l'hypertrophie de ces corpuscules, découverte par Aubertin et Bordet. Suivant en détail le processus, ils les voient augmenter dès le deuxième jour, quadrupler ou quintupler de volume au cinquième, devenir *gigantesques* du huitième au quinzième, où ils représentent la moitié du parenchyme, d'ailleurs très réduit. Dans ces conditions expérimentales, on suit très nettement l'évolution admise par Hammar à l'état normal, c'est-à-dire qu'on voit les cellules du réseau, en continuité à la périphérie avec ces corpuscules, venir s'y ajouter peu à peu et produire ainsi leur énorme accroissement. Cette « accélération considérable du processus normal » permet de se bien rendre compte de la nature de celui-ci, et de conclure que les éléments centraux dégénérés des corpuscules « ne sont que le stade ultime de l'évolution centripète des cellules du stroma ». Le corpuscule est leur « fosse commune » (Crémieu). L'existence d'une sorte de *couche génératrice* périphérique, la présence en dehors d'elle d'une *membrane basale périlobulaire* facile à voir, la localisation dans cette membrane ou ses replis des fibrilles collagènes pénétrantes dans les cas de sclérose (Crémieu), viennent encore apporter de nouveaux arguments en faveur de la nature épithéliale du reticulum. Lors de la régénération, les corpuscules de Hassall ont une régression plus rapide encore

[1] C'est surtout l'utilisation de thymus de sujets malades, alors que Hammar s'est astreint à n'utiliser que les organes provenant de mort par accident, suicide, etc.

[2] Voir notre Revue d'anatomie de 1905 : *Revue gén. des Sciences*, p. 1102.

[3] Heineke : *Münchener medizin. Wochenschrift*, 1903 et 1904 (n° 31).

[4] Rudberg : *Arch. für Anat. und Physiol.*; *Anat. Abth.*, 1907, p. 123.

[1] Aubertin et Bordet : *Archives des maladies du cœur et des vaisseaux*, juin 1909, p. 321.

[2] Béclère et Pigache : *Bull. et mém. de la Société anatomique de Paris*, 1911, p. 47.

[3] Regaud et Crémieu : *C. R. de la Soc. de Biologie*, t. LXXI, p. 325 et 501, et *Lyon Médical*, 7 janvier 1912. Enfin Crémieu a fait paraître le travail définitif sous forme d'une *Thèse de médecine*, Lyon, 1912.

que n'avait été leur hypertrophie. Ils sont donc loin de représenter, comme on l'a cru longtemps, des formations immuables, simples résidus épithéliaux, embryonnaires; ce sont, au contraire, des organites capables de croître et décroître rapidement, et, dans les conditions normales, leur volume doit représenter « un état d'équilibre entre deux phénomènes inverses et incessants : leur accroissement périphérique et leur résorption ».

L'involution expérimentale produite par le jeûne a donné des résultats analogues, entre les mains de Jonson[1] (1909) et surtout de Jolly et Samson Levin[2]. Le premier, pourtant, voit diminuer de nombre les corpuscules de Hassall; mais les auteurs français montrent que cette contradiction n'est qu'apparente. Chez le pigeon, chez le cobaye, sur lesquels ils ont institué de nombreuses expériences, ils voient les corpuscules de Hassall augmenter de volume comme lors de l'irradiation; et si ces derniers diminuent, en effet, de nombre à un moment donné, c'est en se fusionnant les uns aux autres pour former d'énormes kystes où les résidus épithéliaux ultimes sont phagocytés par des polynucléaires. Aussi les auteurs insistent-ils encore plus que Regaud et Crémieu sur l'existence ici d'une véritable *évolution épithéliale*. On sait que les épithéliums pluristratifiés sont caractérisés par cette évolution, qui consiste en prolifération par caryocinèse dans les assises inférieures ou génératrices, ascension et transformation graduelle de la cellule, mort et desquamation à la surface. Dans le thymus, dit Samson Levin, la marche évolutive est la même; mais en l'absence de surface libre, étalée ou cavitaire, au niveau de laquelle les éléments vieillis puissent disparaître, il se crée des « centres d'involution, qui sont les corpuscules de Hassall » (à éléments centraux kératinisés), comparables aux globes épidermiques qui apparaissent dans certains épithéliomas sous l'influence d'une orientation anormale et d'un trouble dans l'évolution cellulaire. On pourrait ajouter que la formation des grands kystes est une tendance à l'apparition d'une véritable cavité, d'une véritable surface épithéliale de desquamation[3].

Comme on le voit, tous ces résultats expérimentaux sont en faveur des conclusions de Hammar sur la nature épithéliale du reticulum. Mais nous croyons devoir ajouter que la preuve la meilleure et la plus directe a été fournie par Hammar lui-même en 1908, lorsqu'il a montré que le thymus d'un grand nombre de Poissons osseux reste, jusque chez l'adulte, partie intégrante de l'épithélium pharyngien (au niveau de la cavité branchiale), sous forme de plaques simplement épaissies ou *placodes*, tout en présentant la même structure essentielle que l'organe des Vertébrés supérieurs, notamment le même reticulum privé de fibrilles collagènes, séparé du tissu conjonctif sous-jacent par une membrane basale bien nette. Hammar a suivi chez l'embryon la différenciation graduelle de ces *placodes*, d'abord en tout semblables à l'épithélium environnant. Il les a retrouvés au début du développement chez les Sélaciens.

Maximow[1], enfin, a largement confirmé la conception de Hammar par ses belles études d'histogénèse sur le thymus des Mammifères, des Amphibiens et des Sélaciens.

Venons-en maintenant aux éléments contenus dans le reticulum, aux *petites cellules thymiques* (ou *lymphocytes*). On sait combien il existe de divergences à leur sujet. C'est d'abord l'opinion de Stœhr : les petites cellules thymiques sont des éléments épithéliaux et qui restent épithéliaux. Nous croyons qu'on peut rejeter aujourd'hui cette conception. En effet, la destruction très élective de ces cellules par l'inanition ou par les rayons X, propriété qui leur est commune avec les lymphocytes des autres organes lymphoïdes, semble bien les différencier de l'épithélium, à partir d'un moment donné de leur existence tout au moins. D'autre part, plusieurs auteurs (Regaud et Crémieu notamment) semblent avoir établi qu'arrivées à la limite des zones corticale et médullaire, après être nées vers la périphérie de la première, elles pénètrent dans les capillaires sanguins pour sortir du thymus et aller se confondre avec les lymphocytes de la circulation générale. Il ne semble donc pas qu'il y ait lieu de les en distinguer spécifiquement, bien que Crémieu lui-même fasse quelques réserves et affecte de les appeler de préférence petites cellules thymiques.

Mais un autre problème persiste, plus difficile à résoudre : les lymphocytes thymiques sont-ils d'origine première mésenchymateuse (mésodermique), ou d'origine épithéliale entodermique[2] ? Rudberg, qui pratiquait une irradiation intense, tuait ou croyait tuer tous les lymphocytes, et voyait là une preuve de leur dissemblance absolue avec les éléments épithéliaux voisins. Regaud et Crémieu ont démontré qu'il était bien difficile, sinon impossible,

[1] Jonson : *Arch. für mik. Anat.*, t. LXXIII, p. 390 (1909).

[2] Jolly et Levin : *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1911, t. LXXI, p. 320, 374, puis 27 avril 1912. — Voyez aussi Samson Levin : *Thèse médecine*, Paris, 1912.

[3] Dans l'involution expérimentale, on voit aussi réapparaître nettement à la périphérie la couche périphérique à noyaux en palissade, d'aspect franchement épithélial, que Hammar a désignée sous le nom de couche marginale (*Randschicht* : Crémieu, S. Levin).

[1] Maximow : *Arch. für mik. Anat.*, t. LXXIV, 1909 ; t. LXXIX, 1912, et t. LXXX, p. 39 (1912).

[2] Outre Stœhr (1910), Cheval (1908), Beclère et Pigache (*Soc. anat.*, 1911), Retterer, enfin Dustin comme nous le verrons plus loin, continuent à soutenir l'origine épithéliale des petites cellules thymiques.

de tuer sûrement tous les lymphocytes, même en répétant l'irradiation, et qu'en tous cas, contrairement à l'opinion de leur devancier, ils y sont inégalement sensibles, les plus vulnérables étant les plus jeunes, c'est-à-dire ceux qui sont situés à la périphérie de la zone corticale. On sait que c'est là (Flemming, Renaut, et tous les auteurs modernes) qu'ils se multiplient activement par caryocinèse, et que c'est par la réapparition de ces caryocinèses que commence la régénération qui suit d'ordinaire l'involution expérimentale (Rudberg, Regaud et Crémieu, Jolly et S. Levin). Mais les lymphocytes qui subissent ces divisions ont-ils pour cellules mères des lymphocytes immigrés du mésenchyme environnant au moment de la régénération ou tout au moins au cours du développement embryonnaire, ou bien « existe-t-il une catégorie de cellules mères indifférenciées, qui seraient les ancêtres communs de l'une et l'autre, espèce d'éléments » lymphocytaire et épithélial (Crémieu)? Ici les expérimentateurs avouent à peu près leur impuissance; Rudberg croit à une nouvelle immigration lors de la régénération, puisque d'après lui l'irradiation a tué tous les lymphocytes, mais Regaud et Crémieu, Jolly et Levin considèrent cette immigration comme bien douteuse, et limitée en tous cas à un bien petit nombre d'éléments : c'est le processus de caryocinèse qui joue le principal rôle.

Fort heureusement, l'histogénèse vient ici à la rescousse et nous fournit des arguments de première valeur en faveur de l'origine mésenchymateuse des lymphocytes. Au-dessous des plaques épithéliales ou *placodes*, simplement épaissies et encore non différenciées, qui représentent les premières ébauches thymiques chez les Sélaciens, et qui persistent chez les Téléostéens, Hammar, puis Maximow, décrivent et figurent avec une grande netteté l'arrivée et l'accumulation des lymphocytes nés dans le mésenchyme voisin, et pourvus d'un corps assez notable qui facilite leurs mouvements amiboïdes. Les figures de Maximow sont les plus démonstratives. Il nous montre, à un stade plus avancé, les lymphocytes pénétrant dans l'épithélium et s'y logeant entre les éléments qu'ils écartent, puis commençant à proliférer. Enfin chez les Amphibiens, chez les Mammifères mêmes, Maximow constate des images analogues, quoique moins démonstratives vu la forme différente des ébauches.

Il semble donc qu'on puisse aujourd'hui s'en tenir avec quelque sécurité aux conclusions proposées dès 1890 sous leur forme la plus simple par Ver Eecke, et auxquelles se rangent actuellement la plupart des auteurs, à savoir que le thymus est un organe d'origine épithéliale, dans lequel le reticulum de soutien, resté épithélial, est pénétré de bonne heure au cours du développement par des lymphocytes qui viennent y nidifier, y proliférer, et acquièrent probablement à son contact des propriétés nouvelles, avant de se répandre dans l'organisme. Il se formerait donc, en ce point, une sorte de tissu spécial, *lymphothélial* (Ver Eecke) ou *lympho-épithélial* (Jolly), dans lequel s'établirait une sorte de symbiose entre les éléments lymphatiques et épithéliaux.

Ajoutons encore que les recherches de Jolly sur la bourse de Fabricius des Oiseaux [1] ont étendu cette conception des organes lympho-épithéliaux. Elles ont permis, en effet, de rapprocher et d'expliquer l'un par l'autre des organes aussi différents au premier aspect que le thymus et que cette bourse, annexée au cloaque, et qui présente avec lui non pas une identité parfaite, mais des analogies frappantes dans son mode de développement, sa structure, son involution physiologique et expérimentale. Ce sont deux variétés d'un même tissu ou, plus exactement, d'un même complexe de tissus.

D'après toutes les recherches concordantes que nous venons de citer, le problème de la structure du thymus semblerait avoir reçu une solution définitive. Tel n'est pas pourtant l'avis de Dustin [2], qui reste à peu près seul à combattre la théorie de l'organe lymphothélial, et non sans y apporter des arguments troublants, fournis par l'étude des Reptiles, et surtout des Amphibiens (axolotl, grenouille). Pour lui, les cellules épithéliales de l'ébauche primitive, chez certaines espèces au moins, s'organisent bien à un moment donné en un reticulum, mais les choses ne se passent pas ainsi partout, et surtout ne demeurent pas ainsi. Chez l'adulte, de cet épithélium primitif ne persisteraient que des cellules éparses, ne constituant pas un réseau continu, un peu plus nombreuses à la périphérie, où elles peuvent, en certains cas, rester par places rangées en une couche marginale épithéliale. Ces éléments seraient les cellules souches des petites cellules thymiques, et ces dernières différeraient complètement des lymphocytes. L'auteur les étudie parallèlement aux « lymphocytes de la rate » dans des greffes, ou (avec Baillez) dans des cultures *in vitro* faites à la façon de Carrel. Les petites cellules thymiques sont beaucoup plus délicates, et d'une « susceptibilité extrême ». Elles se pycnosent de suite dans les greffes; et, dans les cultures, les lymphocytes spléniques, au bout de quelques jours, s'en

[1] Jolly : *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1910, t. LXIX, p. 493; — 1911, t. LXX, p. 422, 498, 564; t. LXXI, p. 320, 323; — 1913, t. LXXIV, p. 540. — et *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, 1911, p. 164.

[2] Dustin : *Archives de Zoologie expérimentale*, 1909, p. 43 ; — *C. R. de l'Association des Anatomistes*, Paris, 1911, p. 10; — *Archives de Biologie*, 1911, t. XXVI, p. 557, et t. XXVIII, 1913, p. 1. — Dustin et Baillez : Recherches sur les cultures de thymus *in vitro*. *Bull. de la Soc. Roy. des Sc. médic. et nat. de Bruxelles*, 1913.

différencieraient « radicalement par la taille, la forme, la structure chromatinienne de leurs noyaux ». Elles ne montreraient aucune tendance à émigrer hors du thymus, et s'y détruiraient vraisemblablement sur place « à la façon de cellules glandulaires holocrines », en agissant comme nous le verrons sur les autres éléments.

Quant à la majeure partie du stroma, du reticulum adulte, il serait constitué par de véritables cellules conjonctives, reliées à la capsule et aux vaisseaux, et dépendant étroitement de ceux-ci par lesquels elles seraient amenées sous forme d'éléments périthéliaux et adventitiels. Elles différencieraient par places de véritables fibrilles collagènes. Proliférant par amitose, elles donneraient, en se transformant, toute la série des éléments hassaliens, c'est-à-dire les cellules épithélioïdes, myoïdes, et les véritables corpuscules de Hassall dans les espèces où ils existent. Dustin a constaté dans les greffes une poussée abondante de ces éléments. Leurs modifications si spéciales seraient dues à une « action métaplasiante » exercée sur eux par les petites cellules thymiques sécrétantes.

Cet antagonisme, cette lutte continuelle entre les formations mésodermiques et épithéliales seraient surtout mis en lumière par les phénomènes spéciaux observés par l'auteur chez les Amphibiens, et qui montrent l'existence d'un « balancement évident entre l'activité des petites cellules thymiques et la prolifération des formations conjonctivo-vasculaires ». Au printemps, chez la grenouille, les premières se multiplient activement; sous leur action, « le tissu scléreux vasculo-conjonctif hivernal dégénère; une nouvelle vascularisation se crée, et entraîne dans le thymus une grande quantité de cellules conjonctives jeunes. Celles-ci se métaplasient en partie pour donner naissance à une floraison de cellules myo-épithélioïdes ». En automne, c'est l'inverse; les petites cellules « se raréfient; en presque totalité les cellules myoïdes dégénèrent, le tissu conjonctif s'accroît et s'épaissit; les parois vasculaires se sclérosent ».

Il n'existe pas, chez la grenouille, de véritables corpuscules de Hassall, mais on en trouve chez les Reptiles, ou Dustin, rajeunissant une ancienne théorie d'Afanassiew (1877) et de Prymak, leur attribue une origine analogue. Ici, en effet, ils contiennent des débris hématiques, affectent souvent une forme cylindroïde allongée, et seraient dus à l'involution de certains vaisseaux sanguins et particulièrement de leurs cellules périthéliales.

Les mémoires de Dustin, illustrés de nombreuses et belles figures, nous décrivent ainsi toute une série d'observations et d'expériences très intéressantes; mais nous devons nous demander si elles ne sont pas susceptibles d'une interprétation différente de celle que donne aujourd'hui l'auteur[1], tellement elles nous éloignent des conclusions si séduisantes auxquelles nous amenaient la plupart des autres travaux. Elles nous garderont du moins de nous laisser séduire trop facilement, et trop irrévocablement, puisque, par bien des points, l'histophysiologie du thymus reste encore pour tous assez énigmatique[2].

§ 2. — Les capsules surrénales; forme et situation.

Nous placerons ici une courte analyse du travail de G. et M. Gérard[3] sur la forme et la situation des capsules surrénales. Ces auteurs insistent surtout sur la nécessité de décrire séparément, à ce point de vue, chacune des deux capsules. En effet, la surrénale droite est caractérisée par la très grande variabilité de sa forme, due en grande partie à la variabilité de sa position. La position moyenne est de beaucoup la plus fréquente (64,9 % des cas, sur 81 adultes), la position basse (jusqu'à toucher le pédicule rénal) est rare; la position haute, c'est-à-dire la position classique, coiffant véritablement le rein, est très rare. La surrénale gauche a une forme

[1] La distinction paraît notamment bien difficile entre certaines des cellules conjonctives vraies et les cellules réticulaires d'origine épithéliale; les éléments périthéliaux ne pourraient-ils, par exemple, appartenir à ce dernier groupe? Il est indispensable, croyons-nous, de revenir à l'histogénèse, ce que promet d'ailleurs Dustin.

[2] Ces lignes étaient écrites depuis longtemps déjà, quand Dustin a communiqué à l'*Association des Anatomistes*, à Lausanne (août 1913), des faits d'histogénèse normale et expérimentale qui semblent être bien en faveur de la dérivation épithéliale des petites cellules thymiques chez la grenouille. D'après lui, Hammar et Maximow auraient pu confondre certains placodes thymiques avec de véritables formations amygdaliennes lymphoïdes, qui y ressemblent beaucoup chez les Poissons.

Cette note nous fournira l'occasion de mentionner un autre travail tout récent, celui de Salkind (*Archives d'Anatomie microscopique*, t. XV, juillet 1913, p. 315, — précédé d'ailleurs d'une note dans l'*Anatomischer Anzeiger*, t. XLI, p. 145). Tout en acceptant, dans ses grandes lignes, la théorie lymphothéliale, cet auteur en apporte une conception toute particulière. Pour lui, le reticulum médullaire seul est franchement épithélial. S'appuyant sur certaines observations antérieures de Von Ebner et Schaffer, et surtout sur ses recherches personnelles, il voit dans l'écorce enchevêtrement sans continuité de deux réseaux : l'un épithélial, prolongeant celui de la moelle et très réduit, l'autre conjonctif, prédominant. L'invasion mésodermique, a amené non seulement des lymphocytes, mais tous les éléments du tissu adénoïde. Les cellules de ce réseau conjonctif bourgeonnent pour donner de nouveaux lymphocytes. Arrivés dans la moelle, ceux-ci sont phagocytés par les grandes cellules épithéliales, qui subissent finalement une sorte de fonte holocrine (sécrétion interne) en devenant cellules de Hassall. Le thymus aurait un rôle régulateur : une lymphogénèse active correspondrait aux périodes où l'assimilation l'emporte sur la désassimilation; une « délymphoïdisation », se traduisant par la phagocytose rapide des lymphocytes (devenus pycnotiques) par le reticulum conjonctif, correspondrait aux périodes où la désassimilation l'emporte (jeûne par exemple), et à l'involution de l'organe.

[3] Georges et Maurice Gérard : *Bulletin de la Société anatomique*, avril 1911, p. 213. — Voir aussi G. Gérard : *C. r. de l'Association des Anatomistes*, 1902.

beaucoup plus fixe, en virgule renversée (comme le disent Albarran et Cathelin) ou en amande ; sa position normale est la position basse, la moyenne est déjà très rare. Les deux capsules sont d'abord identiques de forme, et coiffent régulièrement le rein chez le fœtus et l'enfant ; la fixité, la brièveté, la différence d'aboutissement des veines capsulaires déterminent peu à peu les changements respectifs de situation. Le développement considérable du foie, le redressement de l'obliquité primitive des vaisseaux rénaux et d'autres facteurs moins importants y contribuent également.

V. — Organes de la circulation.

Le faisceau interauriculo-ventriculaire de His.

On sait que Wilhem His fils a découvert, en 1893, dans le cœur, un faisceau de fibres musculaires interauriculo-ventriculaires ou atrio-ventriculaires auquel on a donné son nom, faisceau qui aurait une importance physiologique, puisqu'il paraît, dans une large mesure au moins, transmettre le stimulus des oreillettes aux ventricules, et en coordonner ainsi les mouvements, tandis que ses lésions en amènent la dissociation.

Le faisceau de His a été l'objet de recherches anatomiques nombreuses, depuis 1904 surtout, de la part de Retzer, de Tawara, de Keith et Flack, etc. Le travail le plus important était celui de Tawara (1906) [1], complété par les recherches histologiques de Mönckeberg (1908), de Aschoff et Nagayo (1908). Tous les auteurs ont cherché à décrire le faisceau le mieux possible, mais n'en ont encore donné que des figures incomplètes, la plupart schématiques ou demi-schématiques, et chez quelques espèces seulement. Le plus souvent, ils l'ont fait d'après des coupes microscopiques (ce sont des préparations de ce genre qui avaient attiré l'attention de His). Seuls Retzer, Keith et Flack, Curran, ont cherché à isoler le faisceau par la dissection. Tawara lui-même, outre les coupes, s'est généralement contenté d'examens de surface à travers l'endocarde translucide.

Enfin, récemment, Dogiel [2] (1910) trouvait ces descriptions si peu complètes et si peu convaincantes qu'il croyait pouvoir mettre en doute l'existence même du faisceau de His, chez l'homme et chez le chien notamment, ou le considérer comme un simple vestige de faisceaux musculaires incomplètement dégénérés.

Il était donc nécessaire de reprendre avec soin et détail l'étude anatomique du faisceau atrio-ventriculaire. C'est ce que vient de faire Holl (de Graz) [1], qui nous en donne, outre une description très complète, quatre belles planches, reproduisant par la photographie le faisceau isolé par dissection sur les cœurs du mouton, du veau, du chien et de l'homme. Il a également étudié, mais non figuré, le porc et le cheval.

Chez toutes ces espèces, les dispositions essentielles sont les mêmes. Seuls varient les détails, la longueur relative des diverses parties, l'épaisseur, la couleur. C'est ainsi que, chez le chien et chez l'homme, le faisceau est beaucoup plus grêle que dans les autres espèces, ce qui explique les réserves de Dogiel. Chez la plupart des animaux, sa couleur est blanchâtre, au niveau des deux branches de division tout au moins, tandis qu'elle est presque aussi rouge que le reste du myocarde chez le chien et chez l'homme.

Chez toutes les espèces, le faisceau naît par un système de fibres qui a ses racines dans les parois interne et postérieure de l'oreillette droite, ou, plus exactement, dans la paroi même du sinus coronaire et dans les parties voisines. Ces fibres se réunissent bientôt en une petite masse réticulée, ronde ou ovalaire, le nœud de Tawara, d'où part le tronc (*Stamm*) du faisceau, qui chemine au côté droit du bord supérieur du septum interventriculaire, dans la partie la plus inférieure de la paroi de l'aorte, prolongée et modifiée pour former le *septum fibrosum*. Ce tronc se renfle un peu à son extrémité en une plaque triangulaire, et se divise aussitôt en deux branches, l'une droite, l'autre gauche, destinées à chacun des ventricules.

La branche droite, à peu près cylindrique, continue assez régulièrement le trajet du tronc dans le cœur droit, et à l'intérieur de la paroi du septum, plus ou moins profondément au-dessous de l'endocarde, et en décrivant un arc à convexité antérieure, en arrière et autour du muscle papillaire médial. Puis elle s'engage dans la grosse colonne charnue de second ordre, que Tawara appelle branche de renforcement (*Hilfschenkel*) trabéculaire du muscle papillaire antérieur, et auquel Holl propose de donner le nom de travée de Léonard de Vinci, parce que le grand artiste semble avoir été le premier à la décrire et à la figurer. Par là, le faisceau de His atteint la base du muscle papillaire antérieur, et s'y engage, en venant se terminer dans un réseau sous-endocardique qui enlace ce muscle. Quelques rameaux peuvent s'en détacher pour pénétrer dans le muscle papillaire postérieur.

La branche gauche, très aplatie, rubanée, perfore la paroi septale entre le bord supérieur du

[1] Tawara : Das Reizleitungssystems des Säugetierherzens, Iena, 1906, et *Beiträge zur patholog. Anat.*, de Ziegler, t. XXXIX, 1906.

[2] Dogiel : *Pflüger's Archiv. fur die ges. Physiol.*, t. CXXXV, n° 1, 1910.

[1] M. Holl : *Arch. fur Anat. und Entwicklungsgesch.*, Jahrg. 1912, p. 62.

septum interventriculaire et le bord inférieur de l'aorte, pour gagner la face opposée de cette paroi et par conséquent le ventricule gauche. Elle l'atteint au-dessous de l'orifice aortique, sur une ligne située entre les valvules sigmoïdes droite et postérieure. De bonne heure, elle devient sous-endocardique, se voit bien par transparence, surtout chez les animaux où elle est blanchâtre, et descend en s'épanouissant sur le septum, qu'elle recouvre comme d'un voile. Arrivée à peu près à la moitié de sa hauteur, elle se divise en trois parties : la moyenne continue à se diriger vers la pointe du cœur et disparaît bientôt, l'antérieure et la postérieure tendent plus ou moins à se rejoindre, et chacune d'entre elles passe dans une grosse colonne charnue de deuxième ordre, dont l'une va à la base du muscle papillaire antérieur, l'autre à celle du muscle papillaire postérieur. Elles atteignent ainsi ces deux muscles pour s'épuiser dans un réseau sous-endocardique qui les enlace.

Ainsi le faisceau de His établit un lien bien évident entre la paroi du sinus coronaire et les muscles papillaires, et l'on comprend, comme l'a constaté Hering chez le chien, que, dans les ventricules, les muscles papillaires se contractent avant la base du cœur, quel que soit d'ailleurs le rôle de l'innervation dans l'association des mouvements des oreillettes et des ventricules.

Rappelons qu'au point de vue histologique, Tawara a montré que le réseau sous-endocardique terminal est constitué par le système des fibres de Purkinje, et le faisceau de His, sur toute son étendue, par des éléments qui s'en rapprochent, tout au moins par leur richesse en sarcoplasme et leur pauvreté relative en colonnettes striées. Mönckeberg, Aschoff et Nagayo (1908) ont ajouté une autre caractéristique : les fibres du faisceau contiennent une grande quantité de glycogène, souvent en grosses gouttelettes, alors que le reste du myocarde n'en contient que peu ou point.

Le tronc du faisceau de His, d'une largeur de $2^{mm},5$ sur une épaisseur de $1^{mm},5$ chez l'homme adulte (d'après les mesures de Retzer, 1904), est assez facilement isolable, parce qu'il possède une gaine conjonctive propre, dont il serait même séparé par une couche de lymphe pour Holl. Il traverserait ainsi un véritable canal dans lequel il serait susceptible de glisser.

VI. — Organes de la respiration.

Nous rappellerons simplement ici au passage le travail de Juillet[1] sur le *Poumon des Oiseaux*, que nous avons déjà analysé dans une autre partie de la *Revue générale des Sciences*[1], travail du plus grand intérêt au point de vue de l'anatomie, de l'histologie et de l'embryologie comparées. Il contient notamment une découverte capitale, celle des « bronches récurrentes », engendrées par les sacs aériens eux-mêmes, et qui rentrent dans le poumon pour s'anastomoser avec les bronches directes et contribuer à l'édification du parenchyme pulmonaire.

Vérifiant et étendant les recherches de F. E. Schulze (1906), R. Marchand[2] a mis hors de doute l'existence normale de petits *pores* de communication entre alvéoles pulmonaires voisins. Ces pores, moins nombreux et moins importants chez l'homme que ne le croyait Hansemann, deviennent, comme l'a déjà montré Schulze, larges et abondants chez certains Mammifères et notamment chez le hérisson, où il est impossible d'en contester l'existence. Marchand a montré de plus, en examinant de jeunes animaux (rats, lapins), que quelques pores apparaissent déjà le troisième jour après la naissance : leur formation, bien que due à un processus de résorption, n'a donc rien de pathologique ni de sénile.

VII. — Organes génito-urinaires.

§ 1. — Le tube urinaire.

Parmi les auteurs qui se sont récemment occupés de la structure du rein, il en est deux qui ont particulièrement attiré notre attention : ce sont Peter (de Greifswald) et Policard (de Lyon).

Dans une série de travaux sur la structure et le développement du rein, Peter[3] s'attache particulièrement à établir une nouvelle division du tube urinifère (ou urinaire) qui serait surtout basée sur les différences cytologiques, celles-ci étant très probablement l'expression de différences fonctionnelles. Conservant le tube contourné (dans lequel il comprend la pièce rectiligne terminale ou *Endstück* de quelques auteurs) et le segment grêle ou branche grêle de l'anse de Henle, il trouve à partir de là jusqu'à l'embouchure dans le tube collecteur trois segments au lieu de deux : un segment à cellules troubles ascendant, rectiligne, puis un segment à cellules claires, et enfin le segment (Schaltstück) contourné de Schweiger-Seidel, à cellules troubles de nouveau. Peter s'appuie avant tout sur des dissociations à l'acide chlorhydrique, puis sur des coupes faites après fixation au liquide

[1] Juillet : Recherches anatomiques, histologiques, embryologiques et comparatives sur le poumon des Oiseaux. *Thèse Sorbonne*, 1912, et *Archives de Zoologie experim. et gén.*, 5e série, t. IX, p. 207 à 371, 1912.

[1] *Revue gén. des Sciences*, 1912 (voyez aux *Analyses*, p. 600).

[2] R. Marchand : Les pores interalvéolaires du poumon. *Thèse médecine*, Lille, 1912, et *Bibliogr. anatom.*, 1912.

[3] K. Peter : Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Niere, Iéna, 1909; — et *Verhandlungen der anat. Gesellschaft*, t. XXX, 1907.

de Muller, ce qui n'est peut-être pas le meilleur moyen d'apprécier les différences cytologiques.

Policard[1], bien que son point de départ soit le même (nécessité d'une classification cytologique), aboutit à un résultat tout différent : il simplifie au lieu de compliquer. Il réunit en effet sous le nom de *segment intermédiaire* la branche ascendante de l'anse de Henle et le segment intercalaire contourné de Schweiger-Seidel, qu'il trouve absolument identiques au point de vue cytologique. Mais il a soin de bien séparer au point de vue structural le tube contourné d'une part et ces deux segments d'autre part, alors qu'on a trop souvent décrit la branche ascendante comme identique au tube contourné. Or, dans cette branche, la cellule est bien différente par l'absence complète de bordure en brosse, par une plus grande résistance, des limites latérales nettes, une hauteur moindre, etc... Elle possède des chondriosomes ou bâtonnets analogues, mais plus courts, relégués dans la zone basale, alors que dans le tube contourné ils s'étendent jusque sous la bordure.

Dans sa revue générale, Policard résume les travaux de ses devanciers et les siens, qui ont déjà porté sur les points les plus différents de la structure et de l'histophysiologie du tube urinaire[2]. Il expose en détail tout ce qu'on sait actuellement sur le mode de fonctionnement des divers segments; mais, en soumettant toutes les observations et expériences à une critique serrée, il finit par conclure que nous savons encore bien peu de choses à ce sujet. Ce qui paraît certain, c'est que le glomérule laisse passer la majeure partie de l'eau et des sels, et pourtant le segment intermédiaire doit l'y aider dans une très large mesure[3]; mais l'auteur a soin d'écarter la théorie de la filtration pure au niveau du glomérule. Même en ce point, il y a sécrétion, sous pression il est vrai, mais à travers un épithélium encore sélecteur. Le tube contourné et le segment intermédiaire laissent passer très probablement les matériaux constitutifs les plus importants de l'urine. Personne n'a pu établir sur des faits l'existence d'une résorption à ce niveau, soutenue par Ludwig et Küss; par contre, cette résorption paraît indiscutable au niveau de la branche grêle de l'anse de Henle, mais là elle ne peut guère porter que sur l'eau, en l'absence d'un épithélium très différencié. En ce qui concerne le tube contourné, de toutes les expériences sur l'élimination des matières colorantes faites pour démontrer son pouvoir sécréteur, seules celles de Heidenhain et Nussbaum sur le carmin d'indigo, et celles de Gurwitsch sur le bleu de toluidine semblent avoir donné des résultats bien nets. Le fait surtout que la ligature de l'artère rénale chez la grenouille (Nussbaum) laisse passer le carmin d'indigo dans les urines, et que la contre-expérience (ligature de la veine porte rénale par Gurwitsch) suffit au contraire à empêcher l'urine et les tubes contournés de bleuir, indiquent bien que c'est au niveau de ces derniers qu'a été rejeté l'indigo. Les expériences d'Anten et de Courmont et André sur l'élimination de l'acide urique et des urates semblent bien moins probantes à Policard, parce qu'il n'est pas démontré que le procédé mette en évidence tous les corps puriques (d'aucuns étant étroitement combinés aux albuminoïdes), ni qu'il ne mette en évidence qu'eux. Il existe une certaine discordance à cet égard entre la teneur de l'urine en acide urique dans les divers groupes de Vertébrés, et la richesse des précipités qu'on obtient dans les cellules. Chez les Reptiles, les grains de ségrégation albuminoïdes étudiés par Regaud et Policard semblent jouer un grand rôle dans le processus, par combinaison précisément très probable avec les corps puriques; or, chez les Mammifères, ces grains deviennent rares, inconstants, douteux-même. De sorte que toute généralisation devient impossible, et que nous sommes obligés d'avouer encore l'existence d'énormes lacunes dans nos connaissances sur l'histophysiologie de la sécrétion urinaire.

La partie la plus originale des recherches de Policard nous semble être constituée par ses deux mémoires récents sur l'histogénèse et sur l'histophysiologie des premiers stades de la sécrétion urinaire[4]. L'auteur y suit en détail, chez l'embryon humain, le développement cytologique (cytogénèse) et la différenciation des différentes parties du tube urinaire. De bonne heure, dans le futur tube contourné, on voit les cellules, fusionnées en un plasmode, différencier à leur sommet, par une sorte de condensation, un protoplasme homogène, réfringent, plus colorable : c'est la première ébauche de la cuticule, d'abord mal limitée inférieurement et d'emblée très épaisse, continue sur tout le pourtour du tube. Au stade suivant (qu'il appelle stade de la plongée médullaire, c'est-à-dire de la formation de l'anse de Henle), l'auteur voit cette cuticule se mieux limiter, les éléments augmenter considérablement de volume, les chondriocontes primitifs s'accroître et se transformer en abondantes mitochondries. Les plus basales d'entre elles, la plupart

[1] Policard : Le tube urinaire des Mammifères. *Revue générale d'Histologie* de Renaut et Regaud, fascic X, 1908; — Voyez encore *Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1910; — *C. R. de l'Associat. des Anatomistes*, 1912.

[2] Nous avons eu déjà l'occasion dans cette *Revue* (1906, p. 1071) de parler des premiers de ces travaux, faits en partie en collaboration avec Regaud et sous sa direction.

[3] Au *XIIe Congrès français de Médecine*, Lyon, 1911, Policard attribue même à ce dernier la sécrétion de la majeure partie de l'eau.

[4] Policard : *Archives d'Anatomie microscopique*, t. XIV, 1912, p. 1; — et t. XIV, fasc. III, p. 429.

ensuite, gonflent démesurément, perdent leurs affinités tinctoriales spécifiques, et deviennent de gros grains pâles chargés de substances dont la nature est encore inconnue. Cet état ne se modifie, chez le fœtus humain, que vers le huitième mois de la grossesse. On assiste alors à la dissolution et à la disparition des grains par une « sorte de digestion », et « les produits qui en résultent quittent la cellule ». D'où deux conséquences très nettes : la diminution de volume de ce segment, et l'apparition de la striation de la cuticule restée jusque-là homogène, et qui prend à ce moment seulement le caractère d'une bordure en brosse. C'est seulement alors aussi que les mitochondries restantes se multiplient, s'allongent, s'épaississent et se disposent en séries pour former les bâtonnets de Heidenhain. Ces bâtonnets existaient depuis longtemps dans le segment intermédiaire.

Policard explique ces faits en les rapprochant de ceux qu'il avait décrits dans le premier de ses deux mémoires sur la souris et le rat nouveau-nés, où il avait trouvé le même stade à grains précédant l'édification définitive du tube contourné. Mais chez ces animaux les grains sont énormes, non graisseux, formés semble-t-il d'un substratum albuminoïde imprégné par des corps puriques, et se dissolvent peu à peu dans des vacuoles colorables au rouge neutre. Correspondant à cette structure provisoire doit donc exister un stade fonctionnel embryonnaire tout spécial, où le tube contourné sécrète tout autrement que chez l'adulte et probablement comme un véritable *rein d'accumulation*, à la façon de l'organe excréteur de beaucoup d'Invertébrés. Il est probable que, le rein fœtal éliminant peu d'eau (la structure définitive du glomérule apparaît tardivement), les déchets s'accumulent dans les cellules sous forme de grains. Après la naissance (souris), ou un peu avant (homme), la filtration glomérulaire aqueuse, augmentant considérablement, balaie peu à peu ces déchets; et en effet le nouveau-né a une véritable « crise urinaire » et excrète dans les premiers jours une énorme quantité d'urates et de corps puriques, juste au moment de cette dissolution.

Policard rapproche ce phénomène de la crise urinaire, bien connue déjà chez les Mammifères hibernants lors du réveil (hérisson, marmotte), et chez lesquels Ferrata, Rina Monti ont signalé les mêmes grains (quoique plus petits) pendant le sommeil hibernal.

Pour donner corps à son hypothèse, Policard, avec Doyon et Gautier, a pratiqué chez la grenouille l'ablation du foie en réservant la circulation porto-cave. Il a constaté au bout de quelques jours dans le tube contourné de gros grains ne se dissolvant que lentement par fonte dans les vacuoles qui les entourent. Le foie ne détruisant plus les déchets, il en arrive en excès dans le rein; incapable de les éliminer tous d'emblée, la cellule rénale est obligée de les accumuler provisoirement.

Ces recherches nous paraissent éclairer d'un jour tout nouveau l'histoire de la sécrétion urinaire, et ouvrent une voie qui promet d'être féconde.

§ 2. — L'épithélium de la trompe utérine chez les Mammifères.

Frommel, Nicolas, Bouin et Simon ont déjà décrit dans la trompe utérine entre les cellules ciliées des cellules sécrétantes, et J. Schaffer[1], en 1908, a consacré un nouveau et important travail à la répartition de ces éléments chez plusieurs espèces animales. Moreaux[2] nous apporte de nouveaux détails sur la fonction glandulaire de l'épithélium de la trompe étudié chez la lapine, et sur son alternance avec la fonction ciliaire.

D'après lui, chaque cellule de l'épithélium tubaire subit une évolution cyclique très nette. Dans une première phase elle est ciliée : les cils sont implantés sur une double rangée de corpuscules basaux. Puis des grains de mucigène sont élaborés dans la portion apicale (phase de sécrétion). Dès le début, les cils avec les grains externes s'atrophient et tombent: un diplosome qui semble bien être *de nouvelle formation* apparaît dans la portion basale de l'élément et monte peu à peu vers le sommet. La rangée jusque là persistante des grains basaux internes se rompt alors (phase d'excrétion); les grains de mucigène sont rejetés ; le diplosome devenu superficiel demeure. Enfin, dans une phase de reconstitution, la membrane cellulaire se reforme ; du diplosome, par divisions successives, naissent de nouveaux corpuscules basaux doubles, d'abord clairsemés, sur lesquels repoussent dès ce moment les cils. Les cellules sont toutes ciliées chez la lapine impubère, et le redeviennent pendant le repos sexuel; la période d'élaboration correspond avec l'époque du rut ; les périodes d'excrétion et de reconstitution suivent la rupture des ovisacs, la formation du corps jaune, et sont conditionnés par lui. Mais toutes les cellules n'évoluent pas simultanément.

E. Laguesse,
Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

[1] Schaffer : *Monatsschrift für Geburstsh. und Gynäk.*, t. XXVIII, p. 526, 1908.
[2] Moreaux : *Archives d'Anatomie microscopique*, t. XIV p. 515; 1912-1913.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Weber (Heinrich), *Professeur à l'Université de Strasbourg.* — **Lehrbuch der Algebra** (*Petite édition*). — 1 *vol. in-8° de* 528 *pages.* (*Prix* : 14 *marks.*) *Fr. Vieweg und Sohn, éditeurs, Brunswick.* 1913.

Il y dix ans, le Professeur Henri Weber a collaboré à la publication de l' « Encyclopédie des Sciences mathématiques élémentaires », en écrivant le tome I (*Algebra und Analysis.*) Mais, en dehors d'autres travaux considérables, il est surtout l'auteur d'un important Cours d'Algèbre en 3 volumes qui fait autorité dans tous les pays de langue allemande. Sollicité de donner une nouvelle édition du 1er volume, il préféra procéder à l'établissement d'un abrégé de son grand Traité, sous la forme du présent manuel, réduit, sans doute, mais complet, non exclusivement élémentaire du reste, et contenant au moins un aperçu des parties les plus difficiles de l'Algèbre moderne, à savoir la Théorie des Nombres algébriques.

C'est dire que l'ouvrage, à part un exposé de la Théorie des Déterminants, se borne à traiter sommairement ce qu'on est convenu d'appeler la Théorie des Equations, leur résolution et le problème de l'élimination: le tout ne forme guère que le tiers du livre. On peut y signaler la démonstration d'après Gordan du Théorème fondamental et la solution de Hurwitz au problème de Sturm. L'auteur a donc intentionnellement consacré ses plus grands efforts à présenter l'Algèbre moderne, et celle-ci comme dominée par deux grandes notions, celle de *Groupe* et celle de *Corps algébrique* (ou domaine de rationalité).

Dans un *groupe*, comme on sait, on constitue un système $Q(a, b, c...)$ par certaines *opérations* $a, b, c...$, effectuées sur certains objets ou éléments. Le système Q est un groupe P, quand, en effectuant successivement et dans un ordre quelconque des opérations distinctes ou non de Q, on retombe toujours sur des opérations de Q. L'auteur s'attache à démontrer toute la fécondité de cette idée et combien l'étude du groupe des permutations de n lettres (loi de Jordan, Théorie de Galois, groupes d'Abel, etc) jette de lumière sur la résolution des Equations, par exemple, IIIe et IVe degré, cycliques, et en particulier sur la « solution algébrique », c'est-à-dire la représentation des racines par une série de radicaux.

L'autre idée fondamentale est celle de *Corps algébrique.* Un corps algébrique Ω est l'ensemble des valeurs des fonctions rationnelles à coefficients rationnels d'un nombre α et le corps algébrique est de degré n si α est algébrique et de degré n. Ainsi le corps $\Omega(1)$ est le corps des nombres rationnels. Dans le corps $\Omega(\sqrt{-5})$, la décomposition unique en facteurs indécomposables n'existe plus et on a dû introduire la notion d'Idéal, cette extraordinaire conception de la pensée qui a conduit aux importants résultats acquis dans la Théorie des Nombres, en Allemagne surtout.

Précisément, M. Hadamard, dans cette Revue même (numéros des 28 février 1907 et 15 décembre 1909) exprimait le regret de voir les mathématiciens français — entraînés plutôt vers le domaine réel et les applications concrètes — ignorer ces généralisations importantes qui caractérisent les recherches d'Algèbre supérieure chez nos voisins. A cet égard, une traduction du manuel de H. Weber pourrait parfaitement servir d'initiation et rendre au public de langue française d'incontestables services, en préparant à la possibilité d'aborder l'étude des traités plus complets et plus difficiles.

Ed. Démolis,
Professeur à l'Ecole Professionnelle de Genève.

Ser (J.). — **Essai de Linéométrie.** *Première partie.* — 1 *vol. in-8° de* 80 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.* 75.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1913.

Cette première partie de l'ouvrage de M. Ser est consacrée à certaines recherches sur la mesure des arcs de courbe. L'auteur rappelle d'abord comment l'extension de la formule de Chasles à une courbe fermée telle que le cercle impose, pour la mesure de l'arc, la notion de période; il propose, pour mettre en évidence cette périodicité, une méthode générale fondée sur l'intervention des éléments imaginaires de la courbe. Le calcul de l'arc entre deux points imaginaires de la courbe, quand la variable suit un chemin déterminé, revient au calcul d'une intégrale curviligne prise le long de ce chemin, et ce calcul même introduit les périodes.

Les deux premiers chapitres sont consacrés à l'interprétation de cette méthode par la considération des points imaginaires d'intersection de la courbe avec une droite mobile. L'auteur introduit d'abord la notion de *fil* et de *défilante* : le point d'intersection de la courbe et de la droite mobile décrit un fil positif de la courbe quand, dans un déplacement infiniment petit de la droite, l'arc correspondant décrit par le point sur la courbe a une valeur réelle ; l'enveloppe de la droite est alors une défilante positive ; le même point décrit au contraire un fil négatif quand l'arc a une valeur imaginaire pure, et la droite enveloppe une défilante négative. A l'aide de ces défilantes, M. Ser décompose la mesure de l'arc de courbe entre deux points, en ses deux parties réelle et imaginaire pure: différents modes de décomposition font apparaître les périodes, qui résultent aussi de certaines indéterminations pouvant se produire en des points particuliers des fils. Dans le chapitre II, l'auteur indique la méthode générale analytique de détermination des fils et des défilantes, lorsque les équations de la droite mobile et de la courbe ont leurs coefficients réels.

Le chapitre III traite du *genre linéaire* qui est celui d'une courbe auxiliaire liée à la détermination de l'arc d'une courbe algébrique, et telle que cet arc s'exprime par une intégrale abélienne attachée à la courbe ; l'auteur apporte des simplifications importantes au calcul du genre linéaire. Des considérations analogues lui permettent, dans le chapitre suivant, de perfectionner les méthodes habituellement suivies pour calculer certaines sommes particulières d'arcs dépendant des fonctions abéliennes, et qui s'expriment par des fonctions algébrico-logarithmiques de certains paramètres ; ces sommes ont fait l'objet d'un théorème célèbre d'Abel et ont été, depuis, souvent étudiées.

Enfin le cinquième et dernier chapitre de ce volume est une application des précédents aux coniques, et notamment au cercle et à la parabole.

Cet ouvrage renferme des idées originales et des résultats intéressants; mais la rédaction, peut-être un peu trop concise, en rend parfois la lecture difficile.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée
et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

Frick (P.), *Ingénieur des Constructions civiles.* — **Mécanique et Electricité industrielles. I. Premiers principes de Mécanique rationnelle.** — 1 *vol. in-8° de* XII-322 *pages, avec* 152 *figures.* (*Prix* : 5 *fr.*); — **II. Notions générales sur les machines.** — 1 *vol. in-8° de* 292 *pages avec* 231 *figures.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Berger-Levrault, éditeurs. Paris et Nancy,* 1913.

Ces deux volumes font partie de la *Bibliothèque d'enseignement administratif et technique*, publiée

sous la direction de M. Saillard; ils sont les deux premiers d'une collection consacrée à la Mécanique et à l'Electricité industrielles, qui doit comprendre huit volumes. Ils ont été rédigés spécialement en vue des concours de l'Inspection du travail, mais sans se limiter exclusivement aux programmes de ces concours, de manière à pouvoir servir à tous ceux que la Mécanique et les machines intéressent.

Ainsi qu'il l'expose dans sa préface, M. Frick a cherché à rédiger les premiers principes de Mécanique rationnelle, de manière à se placer entre les manuels purement élémentaires et les traités complets, basés sur l'Analyse mathématique. C'était une tâche délicate, car il est à craindre que, tout en étant trop difficile à suivre pour certains lecteurs, on ne paraisse insuffisant à d'autres. L'emploi exclusif de l'algèbre élémentaire, sans recourir aux notations des différentielles dans un sujet qui envisage constamment des quantités infiniment petites, est une difficulté de plus. Quoi qu'il en soit, M. Frick a traité la plupart des questions importantes de la Mécanique, en prenant d'abord la Cinématique, puis la Dynamique, avec un chapitre pour la Statique.

Dans le volume relatif aux notions sur les machines, l'auteur expose d'une manière simple les principes du fonctionnement des leviers, des balances, des poulies, des treuils, des vis. Un chapitre est consacré aux guides du mouvement, douilles, glissières, galets, paliers, etc.; un autre à la transmission et à la transformation de mouvements, par embrayages, courroies, bielles, engrenages, joints, cames, etc. Il étudie aussi le fonctionnement des régulateurs et des volants, ainsi que les freins. Un chapitre traite des précautions à prendre pour éviter les accidents dus aux mécanismes; une annexe contient des notions sommaires sur la résistance des matériaux. E. Sauvage,

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole supérieure des Mines.

2° Sciences physiques

Lorentz (H. A.), **Einstein** (A.) **et Minkowski** (H.). — **Das Relativitätsprincip.** — 1 *vol. in-8° de* 89 *pages avec* 6 *figures.* (*Prix* : 3 *fr.* 75.) *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1914.

Sur l'initiative heureuse de M. Sommerfeld, l'éditeur a réuni dans cette brochure les mémoires fondamentaux sur le Principe de la Relativité. Ces mémoires sont : 1° ceux de Lorentz (3 mémoires); 2° ceux de Einstein (2 mémoires); 3° celui de Minkowski (1 mémoire suivi de remarques de Sommerfeld). C'est la réédition de ce dernier mémoire déjà épuisé qui a été l'occasion de la publication actuelle, et on l'a ornée pour cette raison d'un beau portrait du regretté Minkowski. Il est sans doute inutile de rappeler l'importance essentielle qu'ont eue les travaux précédents sur l'évolution de la Physique théorique moderne; tous les physiciens seront heureux de trouver réunis dans un petit volume d'un format commode les écrits fondamentaux en matière de relativité. Il serait très désirable que cette initiative se généralisât et s'étendît à d'autres questions. Nous rappellerons pour terminer que le mémoire de Minkowski (intitulé Espace et Temps) a été traduit en français il y a quelques années dans les *Annales de l'Ecole Normale Supérieure*. Eugène Bloch,

Professeur au Lycée Saint-Louis.

Urbain (G.) et **Sénéchal** (A.) — **Introduction à la Chimie des Complexes. Théorie et systématique de la Chimie des complexes minéraux.** — 1 *vol. in-8° de* 477 *pages.* (*Prix* 15 *fr.*) *A. Hermann et fils, éditeurs. Paris*, 1913.

Quand on examine l'histoire de la Chimie au dernier siècle, on constate que pendant de nombreuses années les recherches se portèrent indifféremment sur les corps de la Chimie minérale ou de la Chimie dite organique jusqu'au jour où celle-ci, ayant subi l'influence fécondante des théories, prit manifestement le pas sur son aînée. La Chimie minérale entra dans une période de repos et fut délaissée par tous ceux que tentèrent les résultats vite acquis, le foisonnement des découvertes et leurs consécrations pratiques. Il est même probable que, si ce repos ne fut que relatif, cela fut dû en grande partie à ce que l'existence dans les Facultés des chaires de Chimie minérale donnait quelque garantie d'avenir à ceux qui ne pouvaient s'offrir une coûteuse originalité.

Sauf par quelques rares découvertes retentissantes appartenant au domaine purement expérimental, la Chimie minérale ne fit plus guère parler d'elle. Cependant, dans l'ombre en quelque sorte, les travaux s'accumulaient et c'est à un renouveau de cette branche de la Chimie que nous assistons depuis quelques années.

Il faut ajouter que ce renouveau n'est pas d'ordre exclusivement expérimental et qu'il s'effectue sous la bienfaisante action des conceptions théoriques jeunes ou vieilles que nous groupons maintenant sous le nom de Chimie physique.

Aucun ouvrage n'est plus susceptible de donner cette impression de l'évolution de la Chimie minérale que celui de MM. Urbain et Sénéchal, et cela est dû à ce fait qu'il est écrit par des chimistes dont l'un surtout est venu aux études physico-chimiques seulement après une formation chimique totale. L'introduction à la « Chimie des Complexes » n'est pas une œuvre de documentation, mais une œuvre de mise au point; c'est l'aboutissant logique de longues années de réflexion consacrées à analyser et discuter les principales méthodes qui sont à la base de notre expérimentation dans ce domaine.

La première idée générale qui frappera le lecteur, c'est que le pont est jeté maintenant entre la Chimie minérale et la Chimie organique; l'unité de la Chimie apparaît à nouveau et c'est une constatation de la plus haute importance. Les fossés sont apparents, creusés pour une même science par l'inégalité des vitesses de développement de ses diverses branches; c'est toujours une satisfaction de les voir se combler.

Les monographies consacrées à l'étude de quelques séries de complexes nous montrent la variété des systèmes que le travail persévérant des chercheurs a mis au jour, et qui se sont classés plus ou moins artificiellement jusqu'au moment où les théories de Werner, au moins pour la catégorie des complexes dits parfaits, nous ont fourni une classification à la fois générale et singulièrement féconde.

La continuité s'établit ainsi entre la chimie du carbone et celle des autres éléments susceptibles de former des complexes parfaits. Quantitativement celle-ci n'a pas encore l'importance de la première, mais qualitativement on peut dire en particulier que la chimie des complexes du platine et du cobalt, qui est aussi une chimie de substitution, ne se différencie de celle du carbone que par son caractère électrochimique, dû à ce fait qu'elle est une chimie de solutions aqueuses.

La continuité s'établit ensuite entre ces complexes parfaits, molécules compliquées dont seuls quelques atomes conservent leur personnalité, les complexes imparfaits auxquels les méthodes physico-chimiques assignent des domaines d'existence plus ou moins étendus, et les sels doubles, sortes d'associations où l'indépendance des constituants apparaît sensiblement totale dès que l'on s'adresse aux solutions, et dont les analogies ne peuvent se mettre en évidence que par l'étude des combinaisons à l'état solide, l'étude cristallographique en particulier.

Mais ces idées plus spécialement chimiques sont dominées par une notion générale : celle de la métastabilité de toutes ces combinaisons complexes que sont aptes à constituer particulièrement les métaux peu électropositifs comme l'or, le platine, ou les métalloïdes

peu électronégatifs comme le silicium et surtout le carbone. La métastabilité est le caractère commun à toutes ces combinaisons, dont l'existence plus ou moins précaire est à la merci, par exemple, d'une action catalytique, et qui probablement tendent à se transformer spontanément en des systèmes thermodynamiquement stables, caractérisés par l'équilibre entre la réaction de formation et celle de décomposition, même si, au point de vue des masses, celle-ci l'emporte autant qu'on le voudra sur la première. L'idée de stabilité est ainsi précisée dans un sens qui peut sembler paradoxal chimiquement parlant : mais ce n'est là qu'une simple apparence.

Ce que nous venons d'écrire montre l'originalité du volume publié par MM. Urbain et Sénéchal. Si pour ceux dont l'éducation chimique fut faite sous un angle très différent, ce livre peut ne présenter qu'un intérêt en quelque sorte théorique, il n'en est pas de même pour ceux, plus jeunes, qui peuvent en faire le point de départ de leurs conceptions chimiques. Pour ceux-là, il ne peut manquer d'être un guide précieux, source d'idées fructueuses, surtout si elles sont associées à une solide connaissance des faits expérimentaux.

La liste des chapitres et paragraphes donnée ci-dessous montre la variété des sujets traités dans ce volume, dont il faut souhaiter la diffusion rapide et qui aidera en particulier à faire connaître dans notre pays les élégantes méthodes, maintenant classiques, qui permettent d'étudier les équilibres au sein des solutions.

C. Marie,
Docteur ès Sciences.

1re Partie. — Généralités : I, Les complexes parfaits, les complexes imparfaits et les sels doubles. — II, La stabilité des complexes. — III, Les relations fondamentales. — IV, Transformations électro-chimiques réversibles. — L'Electro-affinité.

2e Partie. — Les complexes électrolytiques parfaits : I, Historique : Blomstrand, Jorgensen, Werner. — II, Isomérie et polymérie des complexes électrolytiques, d'après Werner. — III, La désintégration de la molécule complexe. — IV, Complexes du platine. — V, Complexes cobaltiques.

3e Partie. — Les complexes imparfaits : I, L'analyse physico-chimique des complexes imparfaits. — II, La dissimulation relative des radicaux dans les complexes imparfaits. — III, Aperçu d'ensemble sur les complexes chromiques.

4e Partie. — I, Champ d'existence d'un sel double. — II, L'isomorphisme.

Roux (J.), *Directeur de l'Ecole Normale Professionnelle de Limoges.* — **Les Laboratoires industriels d'essais en Allemagne.** *Préface de* M. A. d'Arsonval. — 1 *vol. in*-8° *de* 92 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

La Chambre de Commerce de Limoges, désireuse d'adapter aux nécessités modernes les nombreuses industries qui sont plus particulières à la région du Centre, a confié à M. J. Roux, directeur d'Ecole Normale Professionnelle, la mission de visiter les principaux laboratoires d'essais industriels allemands mis à la disposition du public. A la suite de son voyage à Berlin, Stuttgart, Munich, Nüremberg, Chemnitz, etc., M. J. Roux a établi un Rapport très documenté sur l'organisation et le fonctionnement de ces établissements.

Dût notre amour-propre national en souffrir, il est nécessaire, pour mieux réagir, de ne pas se faire d'illusion sur la supériorité de certaines installations allemandes. Par l'esprit méthodique qui préside à l'éducation technique, par l'intérêt qu'apporte l'Etat aux créations professionnelles et également par l'esprit d'association de ses divers groupements, l'Allemagne nous sert aujourd'hui d'exemple pour l'installation de ces importants laboratoires d'essais, qui permettent d'approfondir les découvertes scientifiques, de les approprier aux exigences pratiques, et, en fin de compte, d'en rendre l'exploitation économique et commerciale profitable.

On ignore malheureusement que c'est la France qui avait, la première parmi les nations, créé ce genre de laboratoires industriels dont nous allons aujourd'hui admirer à l'étranger les « colossales » installations, comme celle de l'Institut royal d'essais de matériaux de Gross-Lichterfelde, dont parle M. J. Roux. C'est, en effet, au Conservatoire des Arts et Métiers, célèbre par son Musée et renommé par les travaux de ses savants professeurs, que fut installé en 1854, par son directeur, le général Morin, et par le professeur Tresca, le premier laboratoire d'essais industriels de mécanique et de machines. Depuis, l'Allemagne, l'Angleterre, les Etats-Unis, etc., s'inspirant de notre création, l'ont « mise au point » pour leurs besoins, et, se rendant compte des avantages précieux à en retirer, ont édifié des établissements remarquables, dont, à notre tour, nous allons maintenant nous inspirer.

Il semble bien cependant que l'état d'esprit, presque exclusivement spéculatif, qui existait en France, il y a encore peu d'années, tende à se transformer; non pas pour devenir exclusivement utilitaire, ce qui serait fâcheux, mais pour s'orienter vers le domaine des applications réalisables et utiles. Il suffit, à cet égard, de suivre les progrès considérables réalisés par les nouvelles installations créées soit par l'initiative privée, soit par l'Etat, pour se rendre compte que nos commerçants et nos industriels commencent à comprendre tous les immenses avantages que l'on peut retirer de laboratoires d'essais présentant des garanties.

M. Roux, dans son très intéressant Rapport, s'est surtout étendu sur les laboratoires ou instituts d'essais allemands qui s'occupent plus spécialement des industries limousines si variées, de la céramique, de la mégisserie, de la ganterie, de la tannerie, de la distillerie, etc. Il a surecueillir quantité de renseignements, qui, joints à ses observations très judicieuses, permettent de se faire aisément une idée de l'organisation générale de ces établissements, des recherches et des essais qu'effectuent nos voisins, et des considérables bénéfices qu'ils ont su en retirer dans les diverses branches de la technique.

On constatera également, à la lecture du travail de M. J. Roux, que, dans ces créations, on prévoit constamment « trop petit », et qu'en peu d'années les installations sont devenues insuffisantes parce qu'on n'a pas songé, à temps, à réserver la place pour les developpements ultérieurs.

Le Rapport de M. Roux est précédé d'une préface de M. le Dr d'Arsonval, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, qui ne se contente pas de donner des conseils de pur théoricien, mais souligne, avec l'expérience du savant doublé du praticien, l'initiative heureuse prise par la Chambre de Commerce de Limoges.

Nul doute que cette initiative ne contribue, pour une grande part, à *vulgariser* dans notre pays la connaissance et l'usage des laboratoires d'essais industriels, devenus, avec les exigences qu'entraîne le Progrès, des établissements de plus en plus indispensables au Commerce et à l'Industrie.

F. Cellerier.

3° Sciences naturelles

Monchicourt (Ch.), *Docteur ès lettres.* — **La Région du Haut Tell en Tunisie (Le Kef, Téboursouk, Mactar, Thala).** Essai de monographie géographique. — 1 *vol. in*-8° *raisin, de* XVII-487 *pages, avec* 14 *cartes dont une en couleur hors texte,* 4 *figures et* 12 *planches de photogravures.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Librairie A. Colin. Paris,* 1913.

Le Haut Tell est la portion non seulement la plus élevée du Tell, mais encore de toute la Tunisie, et c'est à son relief qu'il doit, malgré l'éloignement de la mer, les pluies suffisamment copieuses qui l'arrosent.

Ce relief est formé de chaînons montagneux, entre lesquels s'allongent des plaines alluviales, mais chaînons et plaines sont souvent fractionnés; d'autre part, les mêmes formations géologiques ne couvrent d'un seul tenant que des espaces relativement restreints, ce qui fait alterner de la même façon les boisements — caractérisés par le pin d'Alep — et les cultures. Brousse et forêt très clairsemée couvrent un bon tiers du territoire; les céréales sont la culture préférée, malgré leur rendement incertain, et l'on compte peu d'oliviers. L'élevage du cheval est en honneur, mais ce sont les moutons et les chèvres qui dominent.

Cette région naturelle se prolonge en Algérie, au delà de la frontière conventionnelle qui sépare nos deux possessions, mais M. Monchicourt n'en étudie que la partie tunisienne, qui couvre 14.250 kilomètres carrés et ne comptait que 190.000 habitants au début du XXe siècle, soit une faible densité de 13,3. Sur cette zone, malaisée d'accès et en dehors des itinéraires officiels, nous ne possédions encore que les observations géologiques du regretté Léon Pervinquière : les voici complétées maintenant, au point de vue de la géographie physique et humaine, par un ouvrage de première valeur, résultat d'une étude consciencieuse, poursuivie sur place et dans tous les sens, pendant de longues années, par un contrôleur civil de la Régence que nous nous plaisons à citer comme le type idéal de l'administrateur colonial.

Aussi bien, ce livre est-il débordant d'intérêt et riche en vues originales que ceux qui connaissent déjà la Tunisie apprécieront hautement. Telle est, par exemple, cette définition du Tell : « tout sol argileux, recevant chaque année une dose de pluie assez considérable pour en être pénétré au point d'accumuler en lui des réserves aqueuses, assurant constamment le complet développement normal des plantes annuelles, céréales ou herbages ». Voilà maintenant un terme vivant, une notion précise qui prend sa place en géographie à côté de celle de tchernoziom, par exemple. Et, de même que le Tell est un terrain, la Steppe, une forme de végétation, le Sahara est un terme de couleur, le pays où les tons varient du jaune au rouge. C'est à l'arabisant que nous devons ces précisions géographiques.

Non moins intéressantes sont les observations de l'auteur sur les formes de la végétation, l'exode de la steppe, le rôle de la forêt en pays sec, l'influence du climat sur le physique et le moral de l'homme, sur sa mobilité d'humeur, sur son esprit frondeur, son fatalisme. Et c'est encore une contribution importante à l'évolution du nomadisme, complétant sur ce sujet le livre de MM. Aug. Bernard et N. Lacroix. M. Monchicourt termine son étude si complète et si vivante par le tableau du développement économique de la région où les richesses minières ont joué le premier rôle et détourné le réseau de chemin de fer de son tracé rationnel. Ce compte rendu ne peut viser qu'à attirer l'attention du lecteur sur ce livre, à lire en entier, et dont les idées générales débordent le cadre de la région naturelle qu'il décrit pour s'étendre à toute l'Afrique du Nord, bloc géographiquement et socialement inséparable.

PIERRE CLERGET,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

Jumelle (Henri), *Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Les Cultures coloniales.** *Fasc.* 3 : **Plantes à sucre, café, cacao, thé, maté.** (*Prix* : 1 fr. 50.) *J.-B. Baillière et fils. Paris*, 1913.

Ce troisième fascicule est conçu dans le même esprit que les deux précédents, sur les Fécules et Céréales, Légumes et Fruits, déjà signalés aux lecteurs de la *Revue*.

Parmi les plantes saccharifères, l'auteur étudie surtout les Palmiers producteurs de vin de palme, les Agaves du Mexique, et les Graminées à tiges sucrées (Sorghum, Panicum, Saccharum). Les insectes et les champignons nuisibles aux cultures sont mentionnés.

Les appareils mécaniques, soit pour les labours, soit pour l'extraction des jus sucrés, sont décrits et figurés. Nous en dirons autant des appareils qui sont employés pour la préparation du café : dépulpeurs, laveurs, séchoirs, décortiqueurs, polisseurs et trieurs pour le classement des grains. C'est aussi une heureuse innovation d'avoir présenté les appareils à rouler et ventiler les feuilles de thé. La bibliographie la plus récente a été signalée et pourra permettre au spécialiste de compléter sa documentation.

On voit nettement l'orientation industrielle grandissante qui s'impose à l'outillage du colon qui doit pratiquer aujourd'hui l'agriculture coloniale. Là, comme dans l'agriculture métropolitaine, il faut faire de la ferme une usine, avec coûteux outillage.

EDMOND GAIN,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Bordas (Manoel). — **Contribution à l'étude de la spermatogenèse dans le** *Sagitta bipunctata*. — *La Cellule*, t. XXVIII, p. 167-214; 87 *figures en* 3 *planches. A. Uystpruyst, Louvain*, 1913.

Contrairement à Buchner et à Stevens, l'auteur pense que le *Sagitta* rentre dans le cas habituel des cinèses maturatives. Les chromosomes des spermatogonies, au moment où celles-ci vont se diviser, apparaissent au nombre de 18, sous forme de bandes alvéolisées indépendantes les unes des autres et non pas sous forme de rubans divisés longitudinalement. Ces bandes se condensent ensuite pour donner les chromosomes. La dernière cinèse des spermatogonies est suivie de reconstitution du noyau. Quant aux spermatocytes, ils montrent tous les stades du synapsis, noyaux leptotènes, zygotènes, pachytènes, diplotènes, strepsitènes. Entre les deux divisions des spermatocytes, il n'y a pas de repos : les chromosomes de la première division persistent pendant l'intercinèse. Le nombre réduit des chromosomes — 9 — apparaît dès le stade pachytène; ils restent indépendants et ne forment pas de spirème. Les deux filaments du noyau leptotène ne font que se rapprocher sans se fusionner dans les anses pachytènes (parasyndèse). Ils gardent donc leur individualité et réapparaissent dans les chromosomes diacénitiques dont ils constituent les branches. Le point le plus difficile est de savoir quelle est la valeur des filaments ainsi associés par deux; B. pense que chacun d'eux représente un chromosome somatique. Les anses pachytènes prennent donc naissance par un simple accolement (zygoténie ou parasyndèse), et c'est la première métaphase qui réalise la réduction.

P. MULON,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

4° Sciences diverses

Cornubert (R.), *Préparateur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de Paris.* — **Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques.** — 1 *vol. in*-8° *de* 251 *pages.* (*Prix cart.* : 9 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

Le dictionnaire de M. Cornubert est appelé à rendre service aux personnes ayant à effectuer des traductions allemandes plutôt scientifiques que techniques : les mots qu'il contient se rapportent à la chimie, la physique, la minéralogie et aux mathématiques. Dans des considérations générales, l'auteur a expliqué d'une façon très heureuse les règles de formation dans les deux langues d'un grand nombre de mots scientifiques; par suite, le texte même du dictionnaire se trouve assez réduit, et l'ouvrage y gagne en clarté.

M. DESMARETS.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — **M. E. Guyou** : Sur l'homogénéité des équations et sur la simplification des problèmes quand certaines quantités deviennent petites. — **M. J. Darmois** : Sur la méthode de Laplace. — **M. G. Pick** : Sur l'évaluation des distances dans l'espace fonctionnel. — **M. Ph. Franck** : Sur l'évaluation approximative de la plus petite valeur caractéristique de quelques équations intégrales. — **M. G. Kowalewski** : La Géométrie intrinsèque et la première proposition fondamentale de Sophus Lie. — **M. A. Rosenblatt** : Sur certaines intégrales d'un système à deux équations différentielles ordinaires de premier ordre satisfaisant à des conditions initiales singulières. — **M. A. Véronnet** étudie le refroidissement de la Terre et sa durée en partant de deux hypothèses différentes. Toutes deux conduisent à des valeurs de l'ordre du million d'années. — **M. Fessenkoff** montre comment varie la probabilité qu'une comète sera captée par Jupiter en fonction de l'inclinaison i par rapport au plan de l'orbite de ce dernier. Cette probabilité augmente à mesure que i diminue.— **M. J. Guillaume** présente ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1913. Par rapport au trimestre précédent, les taches ont augmenté; les facules ont diminué en nombre et augmenté en surface.

2° Sciences physiques. — **MM. L. Benoist** et **H. Copaux** ont constaté que les lois de transparence de la matière aux rayons X, d'après lesquelles cette transparence est une propriété essentiellement atomique, se vérifient dans le cas spécial des complexes minéraux. — **M. B. Szilard** décrit une nouvelle méthode pour la mesure de potentiels électriques à distance sans fil. Cette méthode s'applique avantageusement à la mesure des hautes tensions sur les lignes aériennes sans les toucher. — **M. S. Ratner** signale une nouvelle forme de vent électrique qui s'observe dans tous les cas où un champ électrique agit sur un gaz ionisé. Ce phénomène doit jouer un rôle prédominant dans les recherches sur les projections radioactives. — **MM. J. Bielecki** et **V. Henri** ont étudié l'influence de la liaison éthylénique et des groupes carboxyle et carbonyle sur l'absorption des rayons ultra-violets. Lorsqu'une molécule contient deux chromophores, ils s'influencent mutuellement; si les chromophores ne sont pas trop rapprochés dans la molécule, il en résulte surtout un effet d'exaltation de l'absorption; c'est un effet *hyperchrome*. Si les deux chromophores sont voisins, en position conjuguée, il y a en plus déplacement des bandes caractéristiques de chaque chromophore vers le rouge; c'est un effet *hypsochrome*. — **M. Eug. Wourtzel** a mis en évidence l'action de la température sur les effets chimiques produits par les rayonnements radioactifs : l'élévation de température favorise la destruction de AzH^3 sous l'action de l'émanation du radium. — **M. F. Leprince-Ringuet** a étudié l'absorption de différents gaz (CH^4, CO^2, O, air, grisou) par la houille. Il a constaté : l'existence d'un état d'équilibre pour une pression et une température données, la décroissance rapide de l'absorption quand la température s'élève, l'augmentation avec la pression, rapide d'abord, puis de plus en plus lente et paraissant tendre vers une limite. — **M. M. Billy** montre que la réduction des chlorures métalliques par l'hydrure de sodium constitue une méthode générale de préparation des métaux purs. Par ce moyen, il a obtenu en particulier du titane absolument exempt de fer. — **MM. F. Ducelliez** et **A. Raynaud**, en bromurant le manganèse en milieu éthéré, ont obtenu $MnBr^2$ anhydre et deux composés éthérés $MnBr^2(C^2H^5)^2O$ et $MnBr^2.(C^4H^{10}O)^2$. — **J. B. Senderens** et **J. Aboulenc** ont reconnu que le bisulfate de potasse, le sulfate d'alumine et surtout l'acide sulfurique catalysent fortement l'éthérification de la glycérine par l'acide acétique. — **MM. P. Sabatier** et **M. Murat** ont constaté que la distillation du benzhydrol impur ne peut avoir lieu sans une destruction presque complète en benzophénone et tétraphényléthane; au contraire, le benzhydrol pur fondu peut être pratiquement distillé à 298°, sous la pression ordinaire, sans dédoublement appréciable.

3° Sciences naturelles. — **M. Miramond de Laroquette** montre qu'une exposition journalière, intensive et prolongée au soleil, ou même aux foyers artificiels, fournit aux tissus une quantité d'énergie directement absorbée qui permet de réduire la ration alimentaire et, secondairement, dans quelques cas, d'obtenir une certaine réduction de la masse du corps. — **M. A. Moutier** a reconnu que l'hypertendu, ramené à la normale, n'est jamais rétabli pour cela *ad integrum*; il conserve un stigmate de son état ancien, qui constitue une tare indélébile. L'hypertendu détendu devra donc toujours éviter avec soin toute cause pouvant déterminer un retour, même passager, de son hypertension antérieure. — **MM. G. Marinesco** et **J. Minea** ont constaté que les cellules des fragments de ganglion de chat ou de chien, cultivées dans du plasma de lapin, parcourent tout le cycle des phénomènes qui caractérisent la vie manifestée des cellules greffées dans l'organisme vivant ou cultivées en dehors de l'organisme dans du plasma du même animal. — **MM. J. Gautrelet** et **H. Neuville** ont étudié le sang de Mammouth recueilli à l'état pulvérulent dans les vaisseaux de l'animal fossile. Il présente, fixé sur un coagulum de nature albuminoïde, un pigment que les réactions physico-chimiques et l'examen spectroscopique des produits de transformation paraissent identifier à l'hématine. — **M. E. Gourdon** a étudié les roches recueillies dans l'île Déception (Shetlands du Sud). Cette île est entièrement volcanique; les roches en place appartiennent à des types variant depuis les trachyandésites jusqu'aux labradorites basiques.

Séance du 2 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — **M. Gambier** : Sur les courbes algébriques à torsion constante, réelles et non unicursales. — **MM. E. Mazurkiewicz** et **W. Sierpinski** donnent un exemple d'un ensemble plan E, qui se décompose en deux sous-ensembles sans points communs A et B et qui est superposable avec chacun de ces deux sous-ensembles. — **M. A. Pchéborski** : Sur une généralisation d'un problème de Tschébischeff et de Zolotareff. — **M. F. Jager** : Sur l'application de la méthode de Fredholm aux marées d'un bassin limité par des parois verticales. — **M. Emile Belot** présente un essai d'une théorie physique de la formation des océans et des continents primitifs. Il arrive aux relations suivantes : Dans l'hémisphère Sud, la largeur des océans, mesurée sur chaque parallèle, est constante et égale à la longueur du parallèle de 50°. Dans l'hémisphère Nord, la largeur des continents, mesurée sur chaque parallèle, est constante et égale à cette largeur à l'équateur.

2° Sciences physiques. — **M. A. Boutaric** établit

qu'avec la loi de décroissance de la température indiquée par la détente, l'égalité entre l'énergie calorifique absorbée et l'énergie émise par l'atmosphère ne peut avoir lieu que jusqu'à un certain niveau H. L'équilibre redevient possible si, à partir de ce niveau, la température demeure constante. — M. **A. Blondel** indique comment on peut chercher les conditions de résonance sur l'harmonique 5, et plus généralement sur un harmonique de rang *n* quelconque, d'un alternateur alimentant, par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur, une ligne ouverte à son extrémité libre. — M. **C Gutton** n'a pu déceler aucune variation du pouvoir inducteur spécifique des liquides avec l'intensité du champ, pour les liquides à faible pouvoir inducteur; pour les liquides à fort pouvoir inducteur spécifique, on observe une très faible diminution de celui-ci lorsque l'intensité du champ augmente. — M. **M. de Broglie** a déterminé les spectres de rayons de Roentgen émis par des anticathodes de cuivre, de fer et d'or. — M. **H. Labrouste** a constaté que certains acides gras et leurs glycérides, déposés en couches monomoléculaires sur l'eau, directement ou par l'intermédiaire d'un solvant, présentent une augmentation très accusée de la grandeur de la surface qu'ils recouvrent dans un intervalle de température d'une douzaine de degrés bien au-dessous de leur point de fusion.— M. **J. de Kowalski** confirme les expériences de Strutt, d'après lesquelles l'azote exempt de toute trace d'oxygène est transformé en azote actif sous l'action d'une décharge sans électrodes. Cet azote présente un phénomène lumineux explosif dû à la décomposition d'un azoture de mercure produit par l'action de l'azote actif sur le mercure des tubes. — MM. **E. Baud, F. Ducelliez** et **L. Gay** ont étudié calorimétriquement le système eau-monoéthylamine; le maximum de la chaleur de formation correspond à la composition de l'hydrate principal $AzH^3C^2H^5OH$. — M. **H. Gault** a observé que la lactone oxalo-citrique se décompose par distillation en donnant de l'éther propane-$\alpha\alpha\beta\gamma$-tétracarbonique, dont la saponification fournit de l'acide tricarballylique avec un bon rendement. — MM. **P Sabatier** et **A. Mailhe**, en distillant sur l'oxyde de thorium un mélange de vapeurs de carvacrol et de méthanol, ont obtenu l'oxyde mixte de carvacryle et de méthyle, Eb. 217°, l'oxyde de carvacryle, F. 109-110°, et de l'oxyde de dicarvacrylène, F. 150°. Avec l'éthanol, le phénol et le *p*-crésol, on obtient des réactions analogues avec le carvacrol. — M. **F. Wallerant** a reconnu que le camphre, cristallisé par fusion, est au moins quadrimorphe. En se solidifiant, il est d'abord cubique, puis à 97° il devient rhomboédrique en gros cristaux qui se transforment en petits cristaux également rhomboédriques; enfin, ces derniers, refroidis à —28°, se transforment en cristaux très biréfringents également rhomboédriques. — MM. **Ch. Moureu** et **Ad. Lepape** ont constaté que les grisous renferment toujours en quantités appréciables de l'hélium, accompagné des quatre autres gaz rares. Les matières radio-actives de la houille ne peuvent rendre compte que de la formation d'une très petite partie de cet hélium, dont la presque totalité est donc de l'hélium ancien ou fossile. — M. **E. Hauser** décrit un nouveau procédé de recherche et de détermination des hydrocarbures gazeux dissous dans les eaux minérales, basé sur le dégagement de ceux-ci dans un volume d'air connu et leur mesure dans ce volume. — M. **F. Malméjac** montre que les variations du taux des chlorures dans une eau sont le plus souvent liées à celles des matières organiques d'origine animale et des germes; il y a là un moyen de surveillance pratique des eaux d'alimentation. — Mlle **J. Weill** a déterminé la teneur en acides gras et en cholestérine des tissus d'animaux à sang froid. — MM. **M. Piettre** et **A. Vila** ont reconnu que les acides étendus ont la propriété de transformer le fibrinogène du plasma ou des solutions en une matière qui possède tous les caractères classiques de la fibrine. Cette transformation se produit au sein de matériaux décalcifiés dans des conditions où le phénomène ne peut être attribué à un ferment décalcifiant. — M. **W. Kopaczewski** a étudié l'influence des acides sur l'activité de la maltase dialysée; elle ne s'explique pas exclusivement par la concentration en ions acides; la nature des anions est un facteur non négligeable.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Fallot** conclut à l'existence de phénomènes de charriage dans la Cordillère de Majorque; leur amplitude atteint 10 kilomètres.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 Février 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **P. Spillmann**, Associé national.

M. **Ed. Delorme** présente un rapport sur un travail de M. **O. Laurent** (de Bruxelles), relatif aux anévrismes et aux blessures des nerfs en chirurgie de guerre. L'auteur, s'autorisant de ses expériences dans la campagne balkanique, recommande l'extirpation, de préférence à la suture, pour le traitement des anévrismes et des plaies artérielles; tous les blessés ainsi traités ont guéri. Quant aux blessures des nerfs, M. Laurent a pratiqué plusieurs excisions partielles ou totales de névromes suivies de sutures directes, et quatre engainements dans un fragment de lame aponévrotique, dont deux furent tolérés. — M. **Tuffier** rend compte des expériences qu'il a entreprises, avec le Dr Carrel, dans le but de rechercher les procédés opératoires capables de remédier à certaines lésions valvulaires du cœur. Il est arrivé à pratiquer des valvulotomies externes avec autoplastie sur six animaux, dont deux ont succombé; les quatre autres sont guéris, vivants et en bon état deux mois après l'opération.

Séance du 3 Mars 1914.

M. **A. Chantemesse** signale les résultats obtenus par la vaccination antityphoïde au moyen de son vaccin monovalent chauffé ; aucune des personnes traitées, ni dans l'armée ou la marine, ni dans la population civile, n'a été atteinte de la typhoïde. — M. **H. Hartmann** décrit une observation de sténose hypertrophique du pylore chez l'adulte, semblable à celle du nourrisson. — M. **Walther** présente une observation de kyste dermoïde de l'inion, traité par résection large de la paroi osseuse dans la zone correspondant à la cavité kystique en laissant à découvert le fond de la poche dermoïde dont les bords s'unissent à la cicatrice cutanée.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Février 1914.

Mme **Bellocq-Irague** a étudié la vascularisation artérielle de la peau du thorax et du dos; toute la région du dos présente une pauvreté très marquée de la distribution artérielle cutanée. — M. **Karaffa-Korboutt** a dosé le pouvoir agglutinant, la sensibilisatrice et le pouvoir préventif du sérum des chevaux immunisés avec le vaccin antityphique de Besredka. — M. **A. Vernes** montre que les malades qui présentent le syndrome de l'hyperalbuminose isolée du liquide céphalo-rachidien doivent être surveillés, mais l'existence de ce signe n'implique pas qu'on doive continuer le traitement syphilitique jusqu'à sa complète disparition. — MM. **M. Bloch** et **A. Vernes** signalent l'existence fréquente chez les syphilitiques anciens d'une augmentation du taux de l'albumine dans le liquide céphalo-rachidien, sans leucocytose et sans Wassermann positif. — MM. **Ch. Achard** et **G. Desbouis** montrent qu'on ne peut attribuer à la combustion du sucre formé par le foie le surcroît d'acide carbonique exhalé après l'ingestion de bicarbonate de soude. — MM. **L. Fage** et **R. Legendre** ont reconnu que, chez les sardines comme chez les harengs, l'eau et les matières grasses consti-

tuent toujours sensiblement une même partie du poids du corps, la teneur en eau diminuant quand la teneur en matières grasses augmente, et inversement. — MM. **M. Garnier** et **E. Schulmann** ont constaté que l'extrait thyroïdien augmente chez le lapin la glycosurie adrénalinique; cette augmentation est surtout marquée quand les deux extraits sont mélangés et injectés ensemble. — **M. P. Brodin** a observé que le chiffre d'Az résiduel du sang total est toujours plus élevé en moyenne que celui du plasma. — **M. J. Arlo** a constaté, chez le cobaye, que, même dans une atmosphère riche en poussières, les microbes de l'air sont retenus par les voies respiratoires antérieures et ne parviennent que rarement aux alvéoles pulmonaires. Les microbes trouvés dans le poumon sont en grande majorité des staphylocoques. — MM **J. Arlo** et **B. Certain** montrent que la valeur antigène d'un bacille est la plus élevée quand on détermine le titre de cet antigène en présence du sérum correspondant. Le nombre d'unités d'anticorps d'un antisérum est le plus élevé quand on établit son titre en présence de son antigène correspondant. — **M. A. Boquet** a reconnu que l'infection du mouton et de la chèvre par le bacille de Preisz-Nocard peut être effectuée par la voie digestive Absorbé à doses massives, le bacille détermine chez l'agneau les symptômes habituels de la cachexie ovine. — MM. **L. Léger** et **O. Dubosq** ont trouvé chez les *Lumbriculus variegatus* des environs de Grenoble divers stades évolutifs d'un nouveau Sporozoaire, qu'ils nomment *Spirocystis nidula*, et qui rentre dans les Schizogrégarines. — MM. **L. Launoy** et **M. Lévy-Bruhl** ont constaté que l'ablation préalable de la rate n'entrave pas, chez la poule infectée par le *Spirocheta gallinarum*, la résistance à l'infection, ni l'établissement consécutif de l'état d'immunité. Toutefois, la septicémie dure plus longtemps et elle est plus intense chez les poules dératées. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** ont observé que la glycosurie est un phénomène rare et transitoire à la suite des opérations sur l'hypophyse ou sur les régions voisines. — **M. P. Wintrebert** a étudié les premiers stades du mouvement chez l'Axolotl; ils peuvent servir de base à une sériation comparable des embryons chez la plupart des Urodèles et des Anoures.

Séance du 28 Février 1914.

MM. **R. Debré** et **J. Paraf** montrent que, dans l'albuminurie orthostatique, la réaction de l'antigène est, à l'heure actuelle, la seule méthode qui puisse fournir, alliée à la clinique, une indication sur l'origine tuberculeuse de ce syndrome. — **M. M. Nicloux** a reconnu que, *in vitro*, l'oxygène déplace assez aisément l'oxyde de carbone combiné à l'hémoglobine; pour l'air, le déplacement est beaucoup moins rapide, mais il est encore très appréciable. — **M. Ed. Retterer** a trouvé dans le tissu osseux du pénis du chien : 1° des cellules encapsulées; 2° une substance fondamentale ou intercellulaire, composée d'un réseau hématoxylinophile, dont les mailles contiennent la masse amorphe et calcifiée. Plus abondant, à filaments plus épais et plus serrés dans l'os néoformé, le réseau hématoxylinophile devient délicat et à mailles plus larges dans l'os achevé. — MM. **A. Sézary** et **P. Borel** ont constaté qu'un antigène surrénal peut être substitué aux antigènes usuels dans la réaction de Wassermann. — MM. **G. Froin** et **Pernet** mettent en évidence l'action directe du froid sur les hémolysines du complexe hématique des hémoglobinuriques *a frigore*. — **M. A. Policard** a reconnu d'une façon indiscutable une absorption de corps gras au niveau de la vésicule biliaire chez le chien et le chat. Cette absorption s'opère cytologiquement comme au niveau de l'épithélium intestinal. — MM. **M. Weinberg** et **A. Ciuca** ont observé que les propriétés anaphylactiques du sérum chez les porteurs d'échinocoques sont bien spécifiques et se développent à la suite de la résorption du liquide hydatique. — **M. E. Doyen** a employé les injections de salicylarsinate de mercure sous la dure-mère cérébrale dans le traitement de la paralysie générale. — MM **Fabre** et **Petzetakis** ont constaté que le réflexe oculo-cardiaque persiste, dans l'anesthésie générale, plus longtemps que le réflexe cornéen. Pendant l'anesthésie à l'éther, le réflexe persiste tout le temps; pendant la chloroformisation, il ne disparaît que dans l'anesthésie très profonde. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** montrent que les différentes interventions sur l'hypophyse ne modifient pas d'une façon appréciable la tolérance aux hydrates de carbone, et les conditions d'apparition de la glycosurie alimentaire. Les injections d'extrait d'hypophyse ne modifient pas sensiblement chez les animaux opérés la limite d'assimilation aux hydrates de carbone.

Séance du 7 Mars 1914.

M. Petzetakis a étudié les phénomènes circulatoires et respiratoires produits par la compression oculaire. Celle-ci donne naissance à la fois à un réflexe oculo-cardiaque, à un réflexe oculo-respiratoire (oculo-phrénique) et à un réflexe oculo-vasomoteur. — MM. **A. Lesage** et **M. Cléret** ont constaté, dans l'atrophie spasmodique congénitale du nourrisson, la tendance à la prolifération anormale du tissu conjonctif. Il s'agit d'une véritable fibrose généralisée, qui paraît être la lésion fondamentale de cette variété d'atrophie. — **M. C.-A. Sagastume** a reconnu qu'un antigène artificiel, formé de tripalmitine, d'acide stéarique, de lécithine, de cholestérine, d'acide oléique, de trioléine et d'alcool absolu, peut remplacer la macération de foie d'hérédosyphilitiques dans la réaction de Wassermann. — **M. A. Policard** a retrouvé d'une façon constante le chondriome dans la cellule épithéliale de la vésicule biliaire; il présente une analogie complète avec celui de la cellule intestinale. — MM. **G. Froin** et **Pernet** ont étudié le mode de dissociation propre à chaque corps constitutif du complexe hématique des hémoglobinuriques *a frigore*. — **M. F. Dévé** a obtenu expérimentalement, chez le lapin, un double kyste hydatique de l'omoplate; le tissu osseux paraît constituer un milieu relativement favorable à l'arrêt et au développement du parasite hydatique. — **M. R. Biot** indique les modifications qu'il a apportées à la technique de la réaction de fixation dans la tuberculose et qui permettent d'éviter les causes d'erreur et d'incertitude. — MM. **F. Arloing** et **R. Biot** montrent l'intérêt de l'emploi, dans les recherches humorales sur la tuberculose pulmonaire, de deux types d'antigènes : la tuberculine aqueuse et la pulpe bacillaire. Ils permettent de révéler des anticorps différents : l'antituberculine et les anticorps bacillaires, qui ne coexistent pas forcément. — MM. **A. Sézary** et **P. Borel** ont reconnu que la méthode de déviation du complément, en présence d'extrait surrénal de bœuf, ne saurait être appliquée au diagnostic de l'insuffisance surrénale. — **M. L. Blaringhem** est parvenu à monter la transmission directe du parasite de la rouille de la plante-mère à la graine chez la Rose trémière. — **M. A. Tilmant** a observé que certains lipoïdes sont doués de la propriété d'atténuer la virulence du staphylocoque même à faible dose; ils sont doués d'un certain pouvoir préventif contre les effets des cultures. — **M. L. Gaucher** a reconnu qu'il existe chez les nourrissons une adaptation du suc gastrique en rapport avec le mode d'allaitement auquel ils sont soumis. La quantité du suc gastrique sécrété dans l'allaitement artificiel est supérieure à celle fournie lors de l'allaitement maternel. — **M. L.-G. Seurat** a trouvé dans le ventricule succenturié de la perdrix rouge un nouveau parasite qu'il nomme *Cyrnea eurycerca* et qui paraît dériver des *Habronema*. — **M. G. Bourguignon** décrit des expériences sur l'homme normal qui démontrent la localisation de l'excitation dans la méthode dite monopolaire et l'existence de pôles virtuels dans un organe différent de celui qu'on excite. — MM. **L. Rénon**, **Ch. Richet fils** et **A. Lépine** montrent qu'un grand nombre de ferments métalliques agissent sur la fermentation lactique; plus les grains

métalliques sont petits, plus l'action bactéricide est évidente. — MM. A. Mayer, F. Rathery et G. Schaeffer signalent un remarquable parallélisme entre la teneur des cellules hépatiques en phosphore lipoïdique et les divers modes de réaction du chondriome. Les stades d'homogénéisation correspondent toujours à une augmentation de la concentration du protoplasma en lipoïdes phosphorés, les stades de chondriolyse à une diminution.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 17 Février 1914.

M. G. **Daumézon** signale l'acidité très forte du jus d'une Ascidie alimentaire, le *Microcosmus Sabatieri*; l'acide n'est pas volatil; il réside surtout dans la forte musculature périphérique de l'animal.

REUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 17 Février 1914.

M. J. **Beauverie** a observé l'existence d'un chondriome dans les divers éléments d'un champignon parasite du groupe des Basidiomycètes, le *Puccinia malvacearum*. Il a suivi l'élaboration des corpuscules métachromatiques aux dépens de mitochondries dans le stroma sous-hyménial. — M. J. **Benech** montre que la séro-réaction d'Abderhalden a quelque valeur dans le cancer, mais elle ne doit pas être introduite prématurément dans la clinique. — MM. A. **Sartory** et **Bertrand** indiquent les réactions colorées de l'ammoniaque avec un certain nombre de champignons, en particulier avec les bolets.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Février 1914.

M. **Miramond de Laroquette** : *Procédé de localisation radiographique des corps étrangers dans l'organisme et compas pour guider la découverte chirurgicale.* On projette sur une même plaque, sous deux positions différentes de l'ampoule, une double image du corps étranger et l'image d'un repère métallique horizontal en forme de croix, dont les branches graduées en centimètres embrassent dans un de leurs secteurs l'image du corps étranger. Pour la première épreuve, l'ampoule est située au-dessus du centre du repère; pour la deuxième, elle est déplacée d'une longueur donnée parallèlement à l'une des branches du repère. Les données du cliché sont reportées sur un graphique quadrillé figurant la situation horizontale et verticale de l'objet au-dessus du cliché et par rapport au repère. Le repère métallique, dont l'emplacement a été marqué sur la peau, sert ensuite de base à un compas qui, mis au point sur le graphique, s'applique pendant l'opération sur la région anatomique pour indiquer la direction à suivre et la profondeur à atteindre. — Le même auteur décrit ensuite un mode de calcul de l'*agrandissement et de la déviation des images radiographiques*, et présente des Tables établies suivant cette méthode. M. Stanislas Millot a, d'autre part, établi *un nomogramme* qui permet d'obtenir instantanément les mêmes indications au moyen d'un fil tendu à des points donnés sur les lignes qui composent ce nomogramme. — M. **Alb. Pérard** : *Etudes sur les étalons industriels à broches et calibres.* Les étalons de longueurs se divisent en deux groupes : ceux dont la valeur est définie par la distance de deux lignes ou points, appelés *étalons à traits*, et ceux dont la valeur est définie par la distance de deux surfaces, appelés *étalons à bouts*. Les étalons à bouts sont en acier, trempé tout au moins aux surfaces de contact et stabilisé par un long étuvage. Trois formes ont été spécialement recommandées par le Bureau international des Poids et Mesures dans une récente circulaire : la forme de *broches* à bouts sphériques, la forme de *calibres* cylindriques, et la forme des étalons *Johansson* à surfaces terminales, planes et parallèles. Il y a une douzaine d'années, M. Ch.-Ed. Guillaume a déterminé en valeur absolue les broches et les calibres proposés par la Section technique de l'Artillerie; et ses mesures ont permis de décupler la précision de l'ajustage. Il a employé pour cela son appareil à palpeurs, le même qui lui avait servi dans la détermination de la masse du décimètre cube d'eau; la méthode et la technique étaient identiques à celles de ces expériences bien connues. M. Pérard a mesuré des étalons des trois formes; mais tout ce qui concerne les étalons Johansson sera exposé dans une communication ultérieure. Pour la détermination des calibres, l'auteur a opéré avec l'appareil et suivant la méthode établie par M. Guillaume; quelques petites variantes seulement ont été introduites dans la manière d'assurer les réglages assez délicats. L'auteur a ainsi mesuré un grand nombre de broches de toutes longueurs. Simultanément, des étalonnages exécutés au comparateur automatique entre les mêmes étalons ont contrôlé et compensé les résultats obtenus en valeur absolue; et la petitesse des erreurs résiduelles a permis, tout en tenant largement compte des faibles erreurs systématiques encore possibles, d'estimer à 4 ou 5 dixièmes de micron la précision des résultats, calculés comme les plus probables. Au point de vue de la tenue des étalons avec le temps, M. Pérard signale que les mêmes expériences, refaites d'une façon identique trois années et demie plus tard, ont paru révéler une légère décroissance générale des étalons, d'un ordre de grandeur voisin de 2 dixièmes de micron, quantité tout à fait négligeable. — M. **Ch. Féry** : *Le prisme à faces courbes et ses applications.* L'auteur rappelle le principe du prisme à faces courbes auto-collimateur qui, sans addition de lentilles ou de miroirs, donne d'une fente un spectre pur. La diacaustique ainsi obtenue est exactement distribuée sur un cercle dont le diamètre est égal au rayon de courbure de la face d'entrée du prisme. Si l'angle du prisme est de 30°, le faisceau dispersé revient dans la direction de la fente; son inclinaison moyenne par rapport à la surface focale n'est que de 51°. L'effet de dispersion est le même que celui donné par le prisme de 60°, et, dans le cas du quartz, la condition de Cornu est satisfaite. Avec un prisme de 15° seulement, la diacaustique peut être normale au faisceau dispersé. Un prisme à faces courbes non argenté et traversé par un faisceau convergent en un point en donne un spectre de lignes grâce à son astigmatisme. Cette propriété peut être intéressante pour transformer une image stellaire en un spectre de lignes sans addition de lentille cylindrique. Mais la propriété la plus intéressante de ce système, et qui le rend particulièrement propre à l'étude des régions obscures du spectre, est la mise au point automatique des radiations sur un cercle, quelle que soit leur longueur d'onde. La mesure de l'énergie rayonnante de l'infra-rouge exige que cette condition soit remplie. M. Féry décrit un spectromètre à prisme de fluorine dont l'angle est de 17°. Un miroir métallique, placé au centre du cercle sur lequel se formerait l'image spectrale, la renvoie sur un appareil bolométrique. Ce dernier n'a donc pas besoin de pouvoir être déplacé, ce qui permet l'usage du micro-radiomètre ou du radiomètre pour ces mesures. Le prisme n'a que 30 millimètres × 20 millimètres; son foyer est de 500 millimètres. Si l'on avait employé une lentille de fluorine pour la concentration, il aurait fallu faire varier le tirage de 17 °/₀ en passant de 1 μ à 7 μ. En terminant, M. Féry annonce que le constructeur de son spectrographe à prisme courbe a pu réaliser un modèle réduit de cet instrument, qui est destiné aux laboratoires d'enseignement. Ses dimensions ne sont que le tiers de celles du grand modèle (foyer 1 mètre). — M. Féry présente ensuite à la Société un *galvanomètre minuscule* construit par M. **Trévet** qui s'est spécialisé dans la construction des appareils très délicats où il excelle.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 27 Février 1914.

M. A. **Béhal** a observé que les dosages d'éthers dans les huiles essentielles présentent sur une même essence des écarts de 1, 2 et même 3 °/₀ et qu'il en est de même lorsqu'on détermine, par la saponification, la composition d'un éther formique ou acétique d'un alcool en utilisant le procédé suivi pour l'analyse des huiles essentielles. Il a recherché la cause d'erreur et l'a trouvée dans une réaction nouvelle et tout à fait générale, qui est la suivante : les éthers-sels sont décomposés en présence des alcalis et des alcools pour donner l'éther-sel de poids moléculaire le plus faible et mettre en liberté l'alcool le plus lourd; ainsi le formiate de menthyle mis en présence de potasse alcoolique fournit du formiate d'éthyle et du menthol, l'acétate de géranyle donne de l'acétate d'éthyle et du géraniol. La perte est due à une non-condensation des formiate et acétate d'éthyle qui sont très volatils. M. Béhal communique ensuite le résultat de ses recherches sur la perte de l'acide formique dans les essences. — MM. **Gabriel Bertrand** et **H. Agulhon** exposent l'ensemble des résultats qu'il ont obtenus en étudiant la présence du bore chez les animaux. Contrairement à ce que l'on pensait il y a quelques années, le bore existe normalement dans l'organisme des animaux comme des végétaux; seulement, il y en a beaucoup moins chez les premiers que chez les seconds. C'est surtout parmi les espèces marines que l'on rencontre les plus riches; chez d'autres, comme la truite et la sangsue, la proportion de bore est, au contraire, extraordinairement petite, de l'ordre du 100.000.000e de métalloïde par rapport à la matière vivante. Les tissus kératiniques sont ceux dans lesquels on trouve le plus de bore, mais on en trouve très facilement aussi dans le foie et même dans le muscle. Le sang et surtout le tissu nerveux, le poumon, etc., sont beaucoup plus pauvres. Le bore existe dans le lait et dans les œufs, principalement dans le blanc. Il est vraisemblable, d'après tous ces résultats, que le bore se range à côté du fer, du manganèse et autres éléments catalytiques de la matière vivante. — MM. **Gabriel Bertrand** et **H. Agulhon** signalent une application que l'on peut faire de ces résultats généraux à l'analyse alimentaire. Puisque le bore se trouve, sous forme d'acide borique, dans les cendres de toutes les productions animales et végétales, il ne faut plus se contenter de la recherche qualitative pour conclure à l'addition d'acide borique à titre d'antiseptique dans le vin, le lait et les autres substances alimentaires; il faut en opérer le dosage et ne tirer de conclusion que des chiffres obtenus, lesquels sont très différents dans les cas normaux et dans ceux de fraude. On pourra se servir pour cela de la méthode colorimétrique très rapide qu'ils ont récemment publiée. Les auteurs ont dressé une table de la proportion d'acide borique que l'on trouve dans la plupart des substances alimentaires susceptible d'être additionnées d'acide borique ou de borax.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 13 Février 1914.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi composé :

Président : Sir **J. J. Thomson**;

Vice-présidents : MM. **T. Mather, A. Russell, F. E. Smith** et **R. Whipple**;

Secrétaires : MM. **W. R. Cooper** et **S. W. J. Smith**;

Secrétaire pour l'Etranger : M. **T. R. Glazebrook**;

Trésorier : M. **W. Duddell**.

M. **R. Ll. Jones** considère la théorie mathématique d'un galvanomètre à bobine mobile dans lequel l'amortissement est tel qu'il rend le mouvement non oscillatoire; puis il décrit quelques observations sur un galvanomètre qui confirment certaines déductions de la théorie. — M. **A. Campbell** donne la théorie mathématique du mouvement de la bobine mobile d'un galvanomètre à vibration et montre l'existence de relations simples entre les deux fréquences de résonance, la fréquence libre et la constante de temps de l'amplitude. Toutes les constantes de l'équation du mouvement peuvent être déduites d'observations sur les sensibilités au courant direct et alternatif, la sensibilité au voltage alternant et la résistance « morte ». — M. **H. J. S. Sand** a constaté que le plomb qui s'est solidifié au contact du verre forme, s'il est exempt d'oxyde, un joint étanche avec celui-ci. Par suite de la grande solidité avec laquelle le métal adhère et de sa grande plasticité, ces joints peuvent supporter sans dommage de grandes variations de température. Appliqués au quartz, les joints sont généralement faits à l'intérieur d'un tube en relation avec un joint au fil de molybdène.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 22 Janvier 1914.

MM. **G. Barger** et **W. W. Starling** ont constaté que certaines substances organiques, cristallisant en présence d'iode, forment des cristaux colorés en bleu par l'iode. Tous ces cristaux sont plus ou moins fortement pléochroïques. — M. **A. J. Ewins** a déterminé la solubilité mutuelle de l'acide formique et du benzène. La température de solution critique de ces deux liquides constitue un moyen très sensible de déterminer la pureté des composants; elle est de 73°,2 pour le mélange des deux liquides purs. — MM. **R. Curtis** et **J. Kenner** ont reconnu que les produits de condensation isolés par Blaise et par von Pechmann dans l'action de $C^2H^5O\,Na$ sur l'éther glutaconique sont identiques. — M. **J. Kenner** et Mlle **A. M. Mathews** ont préparé la 2-hydrindamine au moyen de l'hydrindène-2-carboxylate d'éthyle par la méthode de Curtius. — M. **E. E. Turner** a reconnu que le tungstène ne peut être converti en composés organo-métalliques par le réactif de Grignard. Les chlorures supérieurs de Tu sont réduits avec formation d'hydrocarbure diarylique. — MM. **J. T. Hewitt, F. G. Pope** et Mlle **R. M. Johnson** ont déterminé le spectre d'absorption des *p*-nitrophénylhydrazones du benzaldéhyde et de l'acétophénone. L'addition d'alcali, en provoquant la formation de sels, modifie considérablement le spectre d'absorption. — M. **E. Newbery** a constaté que BaO en présence d'un excès d'alcool méthylique forme un composé solide instable avec le cholestérol qui se dissocie dans les solvants organiques jusqu'à un certain état d'équilibre. — M. **A. Ch. G. Egerton** a déterminé la pression de vapeur du peroxyde d'azote solide jusqu'à — 100°. — MM. **A. J. Meado** et **F. S. Kipping** montrent que les composés du type $RSi(OH)^3$ ne semblent pas se transformer en acides siliconiques $R.SiO^3H$ par perte des éléments de l'eau, mais donnent naissance à une série de produits de condensation. Il est probable que tous les acides siliconiques décrits jusqu'ici ne sont que des mélanges. — M. **H. L. Snape** a préparé un certain nombre de dérivés de l'isoamarine : méthiodure, F. 135°; dérivés mono- et di-nitrés, F. 82°-85° et 175°-176°; sulfates de *d*- et *l*-isoamarine, F. 266°-267° et 280°-285°. — MM. **F. Tutin** et **H. W. B. Clewer** ont isolé du *Solanum angustifolium* un nouvel alcaloïde, la solangustine, $C^{33}H^{63}O^7Az.H^2O$, qui est hydrolysé par les acides dilués en solangustidine $C^{27}H^{43}O^2Az$ et dextrose. Ces deux alcaloïdes n'ont pas d'effet physiologique appréciable. — MM. **H. M. Bunbury** et **H. E. Martin** ont déterminé la conductibilité des sels de potassium des acides gras saturés à nombre pair d'atomes de carbone, de l'acétate au stéarate, à 90°. Elle est plus élevée que celle des sels correspondants de sodium, et présente une plus grande tendance à l'anormalité,

surtout à partir de l'hexoate. — M. A. Ch. Dunningham a étudié les systèmes KI-HgI^2-H^2O; KI-H^2O-éther; KI-HgI^2-éther; HgI^2-H^2O-éther. — M. G. J. Burrows a observé que la vitesse d'inversion du sucrose par les acides dans les mélanges d'alcool et d'eau diminue quand la concentration en alcool augmente jusqu'à 45-50 °/₀, puis s'élève ensuite. La catalyse dans ces solvants n'est donc pas surtout proportionnelle à la concentration des ions H. — MM. E. Goulding et et J. C. Earl ont étudié l'essence de *Cymbopogon coloratus* de Fiji. Elle renferme : Terpènes, 7,5 °/₀; aldéhydes (surtout du citral), 40 °/₀; géraniol, 23 °/₀; éthers (acétate de géranyle surtout), 10 °/₀; acide acétique, 0,75 °/₀; phénols, 0,75 °/₀; substances non identifiées, 18 °/₀. — MM. A. W. Titherley et L. Stubbs ont constaté que les amides secondaires mixtes sont hydrolysés par les alcalis suivant les deux équations : $R.CO.AzH.CO.R' + H^2O = R.CO^2H + R'.CO.AzH^2$ ou $R.CO.AzH^2 + R'CO^2H$. La première réaction a lieu exclusivement quand R' est un radical aromatique et R un méthyle, ce que les auteurs attribuent à une influence stérique. — MM. H. Hartley et J. Mc A. Stuart ont reconnu que l'azobenzène et l'azoxybenzène forment deux séries de cristaux mixtes avec une température eutectique de 24°,5. Les deux cristaux mixtes déposés à cette température contiennent respectivement 45 °/₀ et 90 °/₀ de molécules d'azobenzène. — MM. Al. Findlay et O. R. Howell ont étudié l'influence de divers colloïdes et suspensions fines sur la solubilité de l'oxyde nitreux dans l'eau à des pressions inférieures à la pression atmosphérique ; les courbes de la solubilité présentent un minimum plus ou moins prononcé. — M. J. Marshall, en faisant agir 1 mol. de CH^3MgI sur 2 mol. de benzaldéhyde, a obtenu l'α-méthyldésoxybenzoïne; avec C^6H^5MgBr, on obtient, au lieu de la phényldésoxybenzoïne, de l'alcool benzylique et de la benzophénone. — Mlle W. R. Smyth a cherché si l'on peut remplacer le sulfate de méthyle, toxique, par le chlorure de sulfuryle et l'alcool méthylique dans l'alkylation des phénols. Dans tous les cas examinés, l'alkylation s'est produite, mais avec des rendements généralement faibles. — MM. E. M. Harper et A. K. Macbeth ont constaté que les nitrites d'alkyle donnent des colorations avec les composés aminés, les hydrocarbures éthyléniques, et les substances contenant du soufre bivalent. Ces colorations sont comparables à celles que donne le tétranitrométhane avec les mêmes substances; elle sont dues sans doute à un composé d'addition intermédiaire. — MM. J. B Cohen et P. K. Dutt ont étudié la bromuration progressive du toluène et déterminé les produits obtenus. — M. C. R. Crymble a examiné le spectre d'absorption d'un certain nombre de composés mercuriques. Les groupes attachés à l'atome de Hg augmentent son pouvoir d'absorption. — MM. A. Harden et R. Robison, en préparant l'acide hexosediphosphorique par l'action du lévulose sur le phosphate disodique, ont obtenu un second dérivé qui est l'acide hexosemonophosphorique $C^6H^{11}O^6PO^3H^2$; il réduit la solution de Fehling, est fortement dextrogyre, et donne des sels de Ba et de Pb insolubles.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION CANADIENNE

Séance du 28 Mars 1913.

M. F. E. Lloyd a déterminé la teneur en caoutchouc et en résine du Guayule (*Parthenium argentatum*) cultivé dans diverses conditions d'humidité du sol. Il a reconnu que la teneur en caoutchouc est moindre dans les plantes irriguées que dans celles qui poussent au désert. La quantité de résine sécrétée ne paraît pas affectée par la proportion d'eau dans le sol.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 25 Novembre 1913.

M. J. Hendrick a étudié la composition et la valeur agricole du carbonate de chaux provenant des installations de caustification des papeteries. Il a reconnu que ce produit est au moins aussi efficace que les autres formes de chaux actuellement en usage, ce qui ouvre un débouché aux résidus jusqu'à présent inutilisés de carbonate de chaux des papeteries.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 26 Novembre 1913.

M. F. Haber fait une conférence sur quelques progrès récents de l'industrie chimique. Puis il décrit son sifflet-indicateur de grisou (voir p. 135).

SECTION DE LONDRES

Séance du 5 Janvier 1914.

M. S. J. Johnstone signale l'existence de la monazite dans quelques localités nouvelles : à Ceylan, dans la Nigéria du nord et du sud, dans le Nyassaland. Il donne les analyses d'un certain nombre d'échantillons. Il a reconnu que, dans la monazite, le constituant qui renferme le thorium est plus facilement soluble dans les acides nitrique ou chlorhydrique que les phosphates céro-terreux. — MM. L. C. Jackson, L. Mc Nab et A. Röthera ont constaté que la mesure de la résistance électrique ou de la conductivité fournit une méthode exacte pour suivre les progrès de la concentration dans la fabrication du lait condensé sucré. La conductibilité baisse en effet très rapidement à mesure que la concentration du lait sucré augmente. — M. J. L. Strevens montre la nécessité de déterminer les courbes viscosité absolue-température pour apprécier les qualités lubréfiantes d'une huile. — M. L. T. Wright a déterminé la teneur en oxygène des gaz qui s'échappent après le grillage des pyrites. L'absorption de l'oxygène est toujours incomplète et les gaz renferment au maximum 12 °/₀ de SO^2. — M. A. C. Egerton expose ses recherches sur l'essai calorifique des explosifs et montre à l'aide de quelles modifications on peut en faire un essai de stabilité digne de créance.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Décembre 1913.

MM. Ed. Knecht et Ad. Lipschitz ont étudié l'action de l'acide nitrique concentré sur la cellulose du coton. Elle a lieu en deux phases : l'une presque instantanée, donnant probablement un nitrate labile; l'autre, plus lente, formant des nitrates stables, dont la teneur en Az augmente jusqu'à un maximum pour diminuer ensuite presque jusqu'à 0. Le coton traité par l'acide nitrique concentré présente une augmentation d'affinité pour toutes les classes de matières colorantes

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. A. Wassmuth : Sur une nouvelle formulation de la loi de répartition de Maxwell-Boltzmann, empruntée à la Mécanique statistique.

2° Sciences physiques. — M. E. Philippi, en réduisant la dinaphtanthracènediquinone par HI et P, a obtenu un mélange de tétrahydrodinaphtanthracène et de dinaphtanthracène; celui-ci peut être obtenu pur en distillant le corps tétrahydrogéné sur du cuivre dans un courant de CO^2 au rouge sombre.

3° Sciences naturelles. — M. K. Fritsch poursuit ses recherches sur la pollinisation des plantes sud-

européennes, en particulier des côtes de l'Autriche. — M. E. **Spengler** montre que les plus importantes dislocations du bassin de Gosau ont eu lieu avant le dépôt des couches de Gosau. Les perturbations postérieures sont les surfaces du groupe du Gamsfeld et le recouvrement de la zone de Zwieselalp sur le bassin de Gosau.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 Janvier 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Jan de Vries** : *Congruences bilinéaires et complexes de courbes algébriques planes.* Examen d'un système doublement infini de courbes planes de degré n, c'est-à-dire d'une congruence γ^n dans le cas où cette congruence est du premier ordre et de la première classe (congruence *bilinéaire*). — M. **Jan de Vries** : *Congruence bilinéaire de courbes gauches biquadratiques de première espèce.* M. E. Veneroni ayant prouvé qu'il y a deux espèces de congruences bilinéaires de courbes cubiques gauches, l'auteur se propose de faire l'étude correspondante des congruences de courbes biquadratiques gauches de la première espèce.

2° Sciences physiques. — M. **J. D. van der Waals** : *Le volume des molécules et le volume des atomes constituants.* On sait qu'il est possible de déduire de la connaissance des grandeurs critiques d'une substance normale la valeur de la grandeur b, c'est-à-dire du volume des molécules, exprimé comme fraction du volume gazeux normal. L'auteur s'est servi des données numériques recueillies jusqu'ici pour faire de pareils calculs et pour tâcher d'en déduire les volumes des atomes. Il a trouvé ainsi que le volume moléculaire est égal à la somme des volumes des atomes qu'il contient, mais que le volume d'un atome n'est pas une constante : il dépend de la combinaison de cet atome. Quant à la raison de cette variation, l'auteur la voit dans la variabilité de la grandeur des orbites des électrons. — MM. H.-A. Lorentz et F.-A.-H. Schreinemakers présentent un travail de M. **J.-J. Van Laar** : *Sur une nouvelle relation entre les constantes critiques et sur l'uniformité de toutes les substances au point de vue thermodynamique.* Selon l'auteur, c'est uniquement la variation de la grandeur b avec le volume et la température qui explique les écarts entre l'équation caractéristique vraie d'une substance et la formule idéale de van der Waals. Il trouve que la relation idéale $v_c = 3\ b$, où v_c est le volume critique, doit être remplacée par $v_c - b_c = 2\ b_0$, où b_c est la valeur de b au point critique et b_0 la limite inférieure de la grandeur b. Viennent ensuite encore quelques considérations sur la variation de b et son retentissement sur la façon dont se comportent les substances. — MM. J.-D. van der Waals et P. Zeeman présentent un travail de MM. **Ph. Kohnstamm** et **K.-W. Walstra** : *Instruments pour la détermination d'isothermes de gaz jusque vers 3.000 atm.* (suite). Exposé du procédé employé pour introduire les gaz dans les tubes. Description du dispositif pour la compression. Mesure de la température ; celle-ci s'effectue à l'aide d'un thermomètre à résistance, placé dans le thermostat et non dans le tube même, parce que la pression modifie la résistance au même degré que la température elle-même. — MM. **H. Kamerlingh Onnes** et **Albert Perrier** : *Recherches magnétiques. X. Appareil pour l'examen cryomagnétique général de substances à faible susceptibilité* (suite). Examen des causes d'erreur, de la sensibilité et de la précision de l'appareil. Élimination des influences magnétiques perturbatrices. — MM. H. Haga et H.-A. Lorentz présentent un travail de MM. **F.-M. Jaeger** et **Ant. Simek** : *Sur la mesure de la température de substances anisotropes à l'aide de pyromètres à rayonnement.* On sait qu'un cristal biréfringent absorbant est anisotrope au point de vue de l'absorption ; conformément à la loi de Kirchhoff, il doit être anisotrope aussi au point de vue de l'émission, c'est-à-dire que sa température apparente, déterminée comme si l'on avait affaire à un corps noir, doit dépendre de la direction des vibrations. C'est ce que les auteurs ont montré pour des morceaux de tourmaline, à l'aide du pyromètre de Holborn-Kurlbaum. — MM. **H. Haga** et **F.-M. Jaeger** : *Sur les röntgénogrammes de la boracite, obtenus au-dessus et au-dessous du point de transformation.* Les cristaux de boracite présentent, comme on sait, au point de vue de la forme, une symétrie parfaitement cubique ; cependant, les propriétés optiques et les figures de corrosion prouvent que ces cristaux sont des agrégats polysynthétiques d'individus rhombiques héminorphes. Or, entre 260° et 280° C., ces cristaux deviennent subitement isotropes ; par refroidissement l'anisotropie réapparaît. Afin d'examiner si cette énantiotropie résulte d'une modification dans le réseau moléculaire ou d'un changement dans la constitution des molécules, les auteurs ont fait l'étude röntgénographique d'une lame de boracite, taillée normalement à un axe binaire du cristal. A 300° l'image est celle d'une lame régulière, perpendiculaire à un axe quaternaire ; à la température ordinaire, l'image est presque identique, mais quelques détails révèlent une symétrie binaire. Il y a donc bien une modification dans le groupement moléculaire. — M. **Ernst Cohen** : *Allotropie et équilibre électromoteur.* Revendication de priorité au sujet d'un travail de M. A. Smits dans le compte rendu de la séance du 27 décembre 1913. — M. **F.-A.-H. Schreinemakers** : *Equilibres dans les systèmes ternaire s.* XII. Examen du cas où il y a une courbe des états d'équilibre sous la tension de vapeur à la température maximum d'une combinaison solide binaire. — MM. A.-P.-N. Franchimont et P. van Romburgh présentent un travail de M. **H.-J. Backer** : *La nitration de la méthylurée.* Résumé des résultats. Par nitration de la méthylurée en solution dans l'acide sulfurique, il se forme un mélange de deux dérivés mononitrés isomères. Si l'on traite ce mélange par une solution froide d'ammoniaque, la méthylnitrourée *a*, *a* se décompose, tandis que le composé *a*, *b* se transforme en son sel ammoniacal. Ainsi disparaît la différence essentielle, jusqu'ici admise, entre la méthylurée et l'éthylurée au point de vue de leur façon de se comporter vis-à-vis des agents de nitration.

3° Sciences naturelles. — MM. F.-A.-F.-C. Went et J.-W. Moll présentent un travail de M. **J.-A. Honing** : *Expériences de croisement avec Canna indica.* Les expériences ont été faites avec deux variétés de *Canna* que l'on rencontre à l'état sauvage sur les hautes berges de la rivière Déli ; l'une est une variété verte (*Canna indica*), l'autre une variété rouge. La variété verte est restée constante jusque dans la quatrième génération ; la variété rouge s'est révélée comme hybride. Les rapports dans lesquels cette dernière variété se décompose prouvent qu'au point de vue de la couleur il y a trois facteurs mendélisants ; l'auteur établit par ses expériences la façon dont ces trois facteurs sont répartis entre les trois chromosomes des cellules génératrices de *Canna indica*. — MM C.-E.-A. Wichmann et Max Weber présentent un travail de M. **L. Rutten** : *Elephas antiquus Falc. du Waal près de Nimègue.* Récemment les draguages effectués dans le Waal près de Nimègue ont mis au jour quelques molaires caractéristiques de l'*Elephas primigenius* Blum. et en outre une molaire appartenant incontestablement à l'*Elephas antiquus* Falc., donc à une faune plus ancienne que le *primigenius*.

J.-E. V.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Chronométrie.

Action du magnétisme sur la marche des chronomètres. — Les machines électromagnétiques ont été, ces dernières années, l'objet de perfectionnements qui ont rendu moins notables les effets qu'elles exercent sur les montres et les chronomètres. Mais, comme l'emploi de ces machines tend à se répandre dans la marine, il est bon d'être fixé exactement sur la nature de leur action. Cette question a fait l'objet d'études récentes à l'Observatoire de Greenwich de la part de MM. Chapman et Lewis [1].

On a d'abord placé l'aimant de façon que les lignes de force (coupant l'axe de symétrie à angle droit) fussent horizontales et directement opposées au champ magnétique terrestre. En déterminant le point où la résultante est nulle, on se met en état d'évaluer le champ magnétique de l'aimant à toute distance des pôles. Les chronomètres à étudier ont été placés à la même distance, cette distance variant d'une expérience à l'autre, ainsi que l'orientation de l'aimant. Les essais ont été répétés dans des conditions diverses, pour éliminer les causes perturbatrices (changements de température, variations de l'intensité du courant, etc). On a reconnu que les boîtes métalliques sont efficaces pour protéger les chronomètres. En outre, il existe quatre orientations, différant l'une de l'autre de 90°, où un chronomètre devient insensible à l'action d'un champ magnétique fixe. Ce fait peut être prévu, si on admet que l'influence magnétique sur le balancier entre seule en ligne de compte.

L'effet produit sur les chronomètres ordinaires est seulement temporaire, tant que le champ n'excède pas 9 à 10 gauss. Si cette limite est dépassée, il faut, pour faire reprendre au chronomètre sa marche régulière, le désaimanter en le soumettant à l'action d'un champ d'alternance rapide et d'intensité progressivement décroissante. Les montres dont l'acier est exclu autant que possible (montres non magnétiques) supportent des champs bien plus forts.

[1] *Monthly Notice*, t. LXXII, p. 583.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

La production métallurgique et minière aux États-Unis. — Cette branche importante de l'industrie américaine, qui enregistre quelques-uns des plus gros chiffres de la production mondiale, a vu s'accroître, en 1913, l'extraction et la consommation de presque tous ses produits, le cuivre et l'or exceptés, comme en témoignent les statistiques suivantes, dressées par l'*Engineering and Mining Journal*, de New-York :

	1907	1910	1911	1912	1913
	—	—	—	—	—
(*Millions de tonnes métriques*).					
Minerai de fer . .	53	54	42	60	63
Fonte de fer . . .	26	27	24	30	31
Houille	332	373	365	407	428
Anthracite	78	75	81	77	82
(*Milliers de tonnes métriques*).					
Cuivre	405	492	491	563	[illegible]
Plomb	318	356	364	372	[illegible]
Zinc	228	252	267	316	[illegible]
(*Milliers de kilogrammes*).					
Or	136	145	146	141	133
Argent	1.745	1.777	1.878	1.980	2.102

La sidérurgie américaine a enregistré un nouvel accroissement qui, bien que moins accentué qu'en 1912, n'en est pas moins remarquable, étant donné le chiffre énorme atteint. Cette production a été provoquée par l'industrie du bâtiment, les grands travaux publics, notamment les nouvelles voies ferrées de l'Union et du Canada, les constructions navales. Un ralentissement s'est produit cependant dans les derniers mois de l'année et les prix ont baissé ; le même phénomène se produit également en Europe depuis l'automne.

La production nationale du minerai de fer est encore accrue par des importations de Cuba, de Terre-Neuve et d'Europe, malgré une exportation plus faible au Canada. La région du lac Supérieur est de beaucoup

la principale productrice, puisqu'elle fournit 50,7 millions de tonnes sur un total de 62,8 ; l'extraction se fait en grande partie à ciel ouvert, sur les flancs de collines entièrement formées de minerai ; le transport se fait à bon compte par la voie des Grands Lacs, vers l'Illinois, et surtout l'Ohio et la Pennsylvanie, où les hauts fourneaux sont construits à proximité des mines de houille. Un mouvement inverse va se produire, grâce au trust de l'acier (*United States Steel Corporation*), qui fait construire, en ce moment, à Duluth, sur le lac Supérieur, auprès des gisements de minerai, des hauts fourneaux qui seront alimentés par la houille amenée de Pensylvanie. Les bateaux porteurs de minerai ramèneront le combustible, avec un fret de retour réduit, et la production des nouvelles usines métallurgiques s'écoulera dans la région du Nord-Ouest, économisant encore des frais de transport. Dans l'Est, d'anciens gisements ont été remis en exploitation et l'on prépare la mise en valeur de ceux du Texas ; en même temps, les métallurgistes américains s'assurent des mines de fer à l'étranger, au Vénézuéla, au Brésil et au Chili [1].

De l'énorme production de fonte brute, 6.528.000 tonnes servent à fabriquer des fontes de deuxième fusion, 353.000 tonnes sont employées pour les ferro-alliages et 24 millions sont transformées en acier : 12.210.000 tonnes par le procédé basique, de plus en plus utilisé, et 11.700.000 tonnes par le procédé Bessemer. Par suite de l'utilisation de quantités énormes de vieux fers, la production totale de l'acier en 1913 s'est élevée à 32.760.000 tonnes, dépassant celle de la fonte brute. Le trust de l'acier prend pour sa part 50 °/₀ de l'extraction des minerais de fer et 47 °/₀ de la fabrication des produits ouvrés. Bien que le marché national soit le principal débouché de la métallurgie américaine, l'exportation va croissant chaque année ; elle dépassera un milliard et demi de francs en 1913, et de nouvelles perspectives vont lui être offertes après l'ouverture du canal de Panama [2].

Dans l'industrie du cuivre, la part des Etats-Unis est encore plus considérable : 557.000 tonnes sur un total de un million, et le Japon, qui vient au deuxième rang, ne produit que 65.000 tonnes. La production américaine est fournie principalement par les bords du lac Supérieur, l'Arizona, l'Utah, le Nevada et le Nouveau Mexique ; elle s'accroît encore de l'importation de minerais du Canada, du Mexique, du Chili et du Pérou. Tout le cuivre brut est raffiné dans neuf usines ; la moitié à peine est exportée.

Les Etats-Unis viennent encore au premier rang dans l'industrie du plomb, dont l'extraction s'est élevée à 393.000 tonnes, sensiblement le tiers de la production mondiale. Les gisements sont surtout localisés au Nord des Montagnes Rocheuses (Idaho principalement) ; ceux du Missouri sont en recul ; des minerais étrangers sont importés du Mexique et du Canada. Pour le zinc, les Etats-Unis prennent plus du tiers de l'extraction totale, 323.000 tonnes sur un million, dépassant largement l'Allemagne qui occupe le second rang avec 285.000 tonnes. Les minerais de zinc proviennent de régions très disséminées : le Missouri et le Kansas, l'Oklahoma, l'Illinois, le Wisconsin, les Montagnes Rocheuses, et on en importe du Mexique.

Dans l'industrie du pétrole, la prépondérance des Etats-Unis est encore plus forte que dans l'extraction des minerais métalliques ; ils ont distancé de très loin la Russie depuis qu'aux anciens bassins en recul des Appalaches et de l'Indiana sont venus s'ajouter ceux de Californie, du Kansas, de l'Oklahoma, du Wyoming, qui commencent à fournir des pétroles légers, pouvant bien se raffiner. Les prix haussent à tel point que dans certaines usines on revient au charbon comme combustible.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Pierre Leroy-Beaulieu : La production minière et métallurgique aux Etats-Unis en 1913. *L'Economiste Français*, 24 et 31 janvier, 7 février 1914.

[2] Les Etats-Unis produisent 45 °/₀ de la production mondiale de fonte brute, qui représente environ 70 millions de tonnes.

§ 3. — Physique.

Le principe de relativité. — Dans une remarquable étude parue récemment [1], M. Max Abraham a été amené à faire une étude critique du principe de relativité dont voici les principales lignes :

L'un des points de départ expérimentaux de la Mécanique nouvelle a été l'impossibilité de mettre en évidence, par les moyens les plus délicats, l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes optiques. Si l'éther, siège des phénomènes lumineux, est immobile, cet échec paraît très surprenant. Pour l'expliquer, Lorentz conserve l'hypothèse de l'immobilité absolue de l'éther, mais fait intervenir deux notions nouvelles : 1° rapportés au *temps local*, les phénomènes électromagnétiques et optiques qui ont lieu dans un système en mouvement s'effectuent de la même manière que si le système était au repos ; 2° les ondes lumineuses, sphériques dans un système au repos, se transforment, dans un système en mouvement, en un ellipsoïde de révolution où le rapport des axes est $\sqrt{1-\beta^2}$ (β est le quotient $\frac{1}{V}$ de la vitesse du système par la vitesse de la lumière) et qui est aplati dans la direction du mouvement (ellipsoïde de Heaviside). De ces considérations résulte l'*hypothèse de la contraction*, due à Fitzgerald et H. A. Lorentz : tous les corps mis en mouvement se contractent parallèlement à la direction du mouvement dans le rapport $\sqrt{1-\beta^2}/1$; s'il en est ainsi, le mouvement uniforme du système reste alors caché à l'observateur participant au mouvement qui suit les processus intérieurs au système ; d'où l'explication du résultat négatif de toutes les expériences faites jusqu'à présent sur l'influence du mouvement de la Terre.

Mais, si le mouvement provoque une contraction de tous les corps, il raccourcit aussi les échelles servant à la mesure des longueurs ; aucune mesure ne peut alors nous faire connaître la forme *absolue* des corps. De même, toute horloge ne peut indiquer que le temps local et non le temps absolu dont il est question dans l'ancienne Cinématique.

Voilà les origines du principe de relativité. Posant comme principe ce qui était pour Lorentz une conséquence, Einstein fonde sa *Théorie de la relativité* sur deux postulats : le premier demande l'équivalence de systèmes animés, les uns par rapport aux autres, d'un mouvement de translation rectiligne uniforme (*postulat de la relativité*) ; d'après le second, pour chacun de ces systèmes, la propagation de la lumière dans l'espace s'effectue dans toutes les directions avec la même vitesse (*postulat de la constance de la vitesse de la lumière*). S'appuyant sur ces postulats, Einstein donne des définitions relatives de la longueur et du temps ; il n'est pas possible d'en donner des définitions absolues, attendu que, suivant le premier postulat, on n'a pas le moyen de déterminer si le système dans lequel on effectue les mesures se trouve en repos ou est animé d'un mouvement uniforme.

Les énoncés qu'on peut déduire de la théorie de Lorentz et de celle d'Einstein sont identiques dans leurs grandes lignes. Considérées par un observateur qui ne prend pas part au mouvement du système, les échelles d'Einstein montrent la contraction de Lorentz, et les horloges d'Einstein indiquent le temps local de Lorentz. La Dynamique relativiste concorde entièrement avec celle de Lorentz. Mais les points de départ diffèrent : Lorentz prend pour base la théorie du champ électromagnétique associée à l'hypothèse de la constitution électrique de la matière ; chez lui, le

théorème de la relativité est une conséquence de ces prémisses. Chez Einstein, au contraire, la propriété de relativité est mise en tête comme premier postulat fondamental; l'hypothèse d'un électromagnétisme universel devient superflue.

Signalons quelques-unes des conséquences qu'on peut déduire du principe de relativité :

1° Aucun changement d'état ne peut se propager avec une vitesse supérieure à la vitesse de la lumière. Sinon, on pourrait l'utiliser à la transmission de signaux qui permettraient de donner une nouvelle définition de l'espace et du temps. Au moyen de la différence de marche de deux horloges, l'une réglée optiquement, l'autre d'après le nouveau changement d'état, on pourrait calculer le mouvement du système, ce qui est impossible. Donc, toutes les forces, même la pesanteur, se propagent dans l'espace avec la vitesse de la lumière.

2° Du fait que la transmission des états physiques ne peut s'effectuer instantanément résulte l'impossibilité de conserver la notion de *corps rigide*, dans lequel l'état de mouvement doit se propager instantanément.

3° On peut établir que la quantité de mouvement contenue dans l'unité de volume est égale au flux d'énergie divisé par le carré de la vitesse de la lumière. D'où résulte, entre les variations d'inertie, ou de masse, m, et les variations d'énergie, E, la relation : $m = E/v^2$, v désignant la vitesse de la lumière. A chaque perte d'énergie, par dégagement de chaleur, par exemple, correspond une diminution de la masse inerte. Sans doute, vu la petitesse du facteur $1/v^2$, la diminution de la masse qui correspond à la chaleur dégagée dans les réactions chimiques ordinaires est infiniment petite. D'un autre côté, l'énergie que la formule précédente donne pour la molécule est beaucoup plus grande que celle dont il s'agit dans les réactions chimiques; c'est que, sans doute, cette énergie a son siège à l'intérieur des atomes. Et, en effet, les transformations radioactives dans lesquelles on assiste à la désintégration de l'atome mettent en jeu des quantités d'énergie beaucoup plus grandes. Si l'on pouvait mettre en évidence la diminution de masse qui se produit dans ces désintégrations, on aurait un moyen de vérifier la relation théorique : cela n'est pas impossible, quoique la diminution réelle de masse soit certainement très faible.

La crise de la théorie de la relativité a commencé quand on a entrepris de faire entrer la pesanteur dans le domaine de ses considérations. On peut donner deux définitions de la masse : dans l'une, elle se présente comme un coefficient d'inertie (c'est de celle-ci qu'il a été question précédemment); dans l'autre, comme coefficient de la pesanteur. Si la masse inerte n'était pas toujours égale à la masse pesante, la force qui agit sur les masses à la surface de la Terre aurait des directions différentes pour des corps de constitutions chimiques différentes; car elle est la résultante de l'attraction de la Terre, qui est proportionnelle à la masse pesante, et de la force centrifuge, qui est proportionnelle à la masse inerte. Eötvös a prouvé qu'il n'en est pas ainsi; qu'au contraire, la direction de la force résultante qui agit sur les masses, c'est-à-dire la direction du fil à plomb, est la même pour tous les corps. D'après cela, si on attribue une masse inerte à l'énergie, il faut lui attribuer aussi une masse pesante égale.

Or, l'énergie d'un corps change quand il se déplace dans le champ de la pesanteur; elle croît, par exemple, quand on l'élève, parce que du travail est effectué contre la pesanteur. A cette variation d'énergie doit correspondre nécessairement, soit une variation de la masse, soit une variation de la vitesse de la lumière dans le champ de la pesanteur. Cette dernière hypothèse — dépendance de la vitesse de la lumière à l'égard du potentiel de gravitation — a été envisagée par A. Einstein (1911), « qui a ainsi mis la hache à l'une des racines de la théorie de la relativité qu'il avait établie précédemment ». G. Mie préfère supposer une variation de la masse et conserve le postulat de la constance de la vitesse de la lumière. Toutefois, comme ce n'est pas la somme, mais la différence de l'énergie potentielle (ou électrique) et de l'énergie cinétique (ou magnétique) qui reste invariante dans les transformations de l'espace et du temps de la théorie de la relativité, il se voit obligé de poser que le poids d'un corps est proportionnel à cette différence. D'après cela, à l'énergie potentielle reviendrait un poids positif, à l'énergie cinétique un poids négatif. D'où un certain nombre de conséquences curieuses ou paradoxales : 1° pendant une vibration d'un système isolé, vibration dans laquelle se produisent périodiquement des transformations de l'énergie de la forme potentielle à la forme cinétique, ou de la forme électrique à la forme magnétique, et *vice versa*, le poids du système éprouverait de petits changements périodiques, d'ailleurs imperceptibles; 2° dans les phénomènes radioactifs, le bilan des poids ne serait pas conforme au bilan de l'énergie; quand d'un élément A en naît un autre B contenant une quantité plus petite d'énergie cinétique ou magnétique, comme cette partie d'énergie entre en ligne de compte avec un poids négatif, à la diminution de l'énergie correspondrait une augmentation du poids; 3° la loi de la conservation de la masse pesante ne s'appliquerait donc pas strictement à un système isolé, et comme, d'autre part, la masse inerte reste proportionnelle à l'énergie, l'identité de la masse pesante et de la masse inerte n'est pas non plus maintenue par Mie. Il semble cependant que les principes de la conservation du poids et de l'identité de la masse pesante aient été vérifiés au moins aussi exactement que celui de la vitesse de la lumière. D'où un dilemme sans issue apparente.

Tout dernièrement (1913), Einstein et Grossmann ont publié une *Esquisse d'une théorie généralisée de la relativité et d'une théorie de la gravitation*. D'après eux, le champ de la gravitation dépend des dix coefficients qui caractérisent l'espace et le temps dans un domaine infiniment petit : le champ statique influence seulement la valeur de la vitesse de la lumière, et, par là, la marche des horloges; le champ dynamique provoque en outre des extensions et des contractions du réseau des coordonnées. Les auteurs réussissent, à l'aide des méthodes du « calcul intégral absolu », à donner aux équations électromagnétiques et dynamiques fondamentales une forme qui, au moins dans les domaines infinitésimaux, satisfait à ce qu'exige la relativité à l'égard de cette transformation générale. Mais, pense M. Abraham, le champ de la gravitation lui-même ne cadre pas avec le schéma fondamental des théories de la relativité; les équations différentielles du champ de la pesanteur établies par les auteurs ne sont pas invariantes par rapport à cette transformation générale de l'espace et du temps; c'est-à-dire qu'un système de masses s'attirant mutuellement, qui est animé d'un mouvement varié ou d'un mouvement de rotation, n'est pas équivalent, en général, à un système en repos.

« Ainsi, conclut M. Abraham, toute théorie de la relativité échoue sur l'écueil de la pesanteur... Les idées relativistes ne sont évidemment pas assez larges pour servir de cadre à une image complète du Monde, mais il reste que la théorie de la relativité a pris une place dans l'histoire de la critique des concepts d'espace et de temps. Elle nous a appris que ces concepts dépendent des idées que nous nous faisons sur la manière dont se comportent les échelles et les horloges servant à la mesure des longueurs et des intervalles de temps. Cela promet à la théorie de la relativité un enterrement honorable. »

A. B.

---

[1] La Nouvelle Mécanique. *Scientia*, janvier 1914.

§ 4. — Chimie.

L'Ozobromie. — Le procédé au charbon a un double avantage sur les procédés aux sels d'argent : il permet d'obtenir des images d'une nuance exactement déterminée, et ces images, sans être absolument inaltérables, sont d'une stabilité bien supérieure à celle des photocopies tirées sur papier au citrate ou sur papier au gélatino-bromure. Malheureusement, deux inconvénients limitent l'application des tirages pigmentaires. D'abord, le papier mixtionné doit être sensibilisé la veille de l'emploi, dans une solution de bichromate alcalin, et ne se conserve plus dans cet état, d'où l'obligation pour le photographe de procéder à cette préparation au fur et à mesure de ses besoins et de courir le risque de subir une perte sèche si le mauvais temps ou des occupations imprévues viennent à l'empêcher de procéder à l'impression dans le délai voulu. En second lieu, les papiers sensibilisés au bichromate sont relativement lents. Quoique plus sensibles que le papier au chlorure d'argent, ils ne le sont pas suffisamment pour se prêter aux tirages à la lumière artificielle et surtout aux agrandissements.

Ces difficultés ont été cependant résolues, en substituant à l'action réductrice de la lumière le pouvoir également réducteur de l'argent très divisé qui constitue les images au gélatino-bromure.

M. Manly avait inventé, en 1906, la méthode suivante, qui a reçu le nom d'*ozobromie*, nom très impropre, du reste, car ni l'ozone, ni le brome n'interviennent dans les réactions. Le positif est d'abord tiré sur papier au gélatino-bromure ordinaire, développé et fixé comme d'habitude. On l'applique ensuite contre une feuille de papier au charbon imbibée d'une solution spéciale ; on chasse les bulles d'air interposées, en passant une raclette ou un rouleau de caoutchouc, et, après trente ou quarante minutes de contact, on procède au dépouillement dans l'eau chaude. Si l'image pigmentaire est dépouillée lorsqu'elle adhère encore au positif primaire, elle se superpose à ce dernier, que l'on peut effacer à l'aide du persulfate d'ammoniaque ou du réducteur de Farmer. Mais on peut aussi détacher la couche pigmentée du positif au bromure et l'appliquer sur une feuille de papier gélatiné dit de *simple transfert*.

La composition exacte du réactif utilisé par M. Manly n'avait pas été divulguée ; on savait néanmoins qu'il contenait du bichromate et du ferricyanure de potassium, et M. H. Quentin avait publié une formule qui donnait des résultats satisfaisants :

Solution de bichromate de potasse à 10 °/₀ . .	25 cm³
— ferricyanure de potassium à 10 °/₀ . .	50
— bromure de potassium à 10 °/₀. . . .	10

En augmentant la dose de bichromate, on obtient des images plus douces. En diluant le bain, la réaction est plus lente, mais les résultats n'en sont pas modifiés. Une très faible quantité d'alun ajoutée à la solution rend le dépouillement moins délicat.

Plus récemment, M. R. Namias, qui a soumis l'ozobromie à de nombreuses expériences, a fait connaître le mode de préparation du bain qui lui a permis d'obtenir les meilleures épreuves :

Eau	500 cm³
Bromure de potassium	5 gr.
Bichromate de potasse.	5 gr.
Alun de roche.	2 gr.
Acide citrique	1 gr.

Ce mélange se conserve longtemps. Au moment de l'emploi, on ajoute à 100 centimètres cubes de cette solution, 10 centimètres cubes d'une solution de ferricyanure de potassium à 10 °/₀.

Le papier au charbon est plongé dans ce bain et doit y séjourner jusqu'à complète imbibition, c'est-à-dire deux ou trois minutes. On l'applique ensuite, après l'avoir égoutté mais non lavé, sur l'épreuve au gélatino-bromure qu'il s'agit de reproduire. Cette épreuve aura été préalablement traitée par le formol, afin d'en durcir la couche, et bien lavée. Les deux gélatines une fois en contact, on passe la raclette et on éponge les papiers, avec les mêmes précautions que dans le procédé au charbon.

Après vingt ou trente minutes de contact, on sépare les deux papiers, et on les lave abondamment. Le papier mixtionné est reporté sur une feuille de papier par simple transfert (c'est du papier recouvert d'une couche de gélatine partiellement insolubilisée dans l'alun de chrome), après quoi le dépouillement s'effectue dans l'eau chaude — à 40° environ — absolument comme s'il s'agissait d'une épreuve au charbon ordinaire.

Quant à l'épreuve primaire au gélatino-bromure, il faut bien se garder de la mettre au rebut, bien que l'image n'en soit presque plus visible, lorsqu'on la sépare du papier pigmenté : au lieu des noirs les plus vigoureux, on n'y remarque plus que des ombres d'un brun pâle ; mais il suffit de soumettre cette image à demi effacée à l'action d'un révélateur photographique quelconque, pour qu'elle reprenne aussitôt, en même temps que son aspect primitif, ses propriétés réductrices et insolubilisantes. En sorte que cette épreuve-type, soigneusement lavée pour qu'il n'y reste aucune trace du révélateur qui vient de la régénérer, est susceptible de créer de nouvelles images pigmentaires, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir à nouveau la lumière, et le cliché négatif n'a plus aucun rôle à jouer dans la suite du tirage, qui peut être continué dans les mêmes conditions, autant de fois qu'il le faut.

Ernest Coustet.

§ 5. — Agronomie.

Comment se forme le sucre dans la betterave ? — Cette importante question préoccupe vivement en ce moment l'attention des techniciens. Depuis le mémorable travail du regretté maître Aimé Girard, publié voici quelque vingt ans, on semblait s'en tenir aux conclusions de ce savant. Puis, l'an dernier, plusieurs chimistes et agronomes étudièrent de nouveau le phénomène et ils parvinrent à des résultats différents. Le problème n'est pas encore résolu. Et il ne paraît pas près de l'être, tant sont extrêmement complexes tous ces phénomènes biologiques. Mais il est fort intéressant déjà de connaître quelques-uns des faits acquis. En voici, que viennent de publier dans les derniers numéros du *Bulletin de l'Association des chimistes* MM. Vivien, Demolon, Vasseux, Cassel.

Ce dernier technicien, d'accord en principe avec les déductions d'Aimé Girard, prétend que la quantité de saccharose formé est directement proportionnelle à l'intensité de la fonction chlorophyllienne, ce qui paraît tout naturel puisque, pour former les sucres, il faut évidemment avant tout fixer d'abord du carbone. Mais le problème, nous l'avons dit, est très complexe. Bien que les travaux de plusieurs physiologistes permettent de supposer l'existence d'un stade formol, on ne connaît nullement encore le mécanisme exact de la transformation de l'anhydride carbonique en saccharose. Et puis il se produit pratiquement une action inverse, le sucre de la plante n'étant qu'une réserve utilisée à la moindre influence nuisant à la végétation. C'est ainsi qu'on a constaté que, si la pousse est bien régulière, l'accumulation du sucre paraît proportionnelle à l'activité des feuilles ; mais, s'il se produit un arrêt suivi d'une repousse, la richesse en saccharose des racines décroît tout à coup notablement.

C'est surtout au point de vue pratique de l'effeuillage que furent faites les expériences de l'année dernière. Doit-on enlever une partie des feuilles de betterave au cours de la végétation ?

Non, répètent depuis des années les agronomes compétents, car il résulte des admirables expériences d'Aimé Girard que les feuilles élaborent le sucre emmagasiné ensuite dans les racines; et plus il y a de feuilles, plus la plante produira de sucre.

Oui, prétendent quelques praticiens cultivateurs, en Normandie principalement, et divers agronomes en s'appuyant sur les recherches de MM. Vivien et Vasseux, en particulier.

C'est ainsi que, sur des betteraves qu'on n'effeuille pas, mais dont on augmente la production feuillue en fertilisant avec un excès d'engrais azoté, la racine devient moins riche en sucre (environ 10 °/₀ de perte). C'est ainsi que, dans les environs de Caen, on récolte plus de 40.000 kilogrammes par hectare de betteraves titrant 18 °/₀ de sucre, tandis que les agriculteurs spécialistes du Nord sont très heureux quand ils obtiennent 35.000 kilogrammes par hectare de racines contenant 16 à 18 °/₀ de sucre. Cependant, on commence là, dès le mois d'août, à enlever les feuilles, utilisées comme fourrages, et à plusieurs reprises on dégarnit, chaque plante restant seulement avec un maigre panache de deux ou trois feuilles.

M. Demolon, qui fit à la Station agronomique de Laon des essais conduits selon la méthode la plus rationnelle, tout en ne préconisant point l'effeuillage qui provoque un ralentissement de la formation du sucre, a constaté à ce propos un bien singulier phénomène. Des racines complètement effeuillées se montrèrent parfaitement capables de continuer à générer du saccharose. Ainsi le sucre ne se formerait peut-être pas exclusivement dans les feuilles, comme on le croyait généralement jusqu'a présent. C'est là une voie nouvelle de recherches intéressantes ouverte aux techniciens de la physiologie végétale par un agronome qui, sans doute, n'était soucieux que d'obtenir le maximum de sucre par hectare de terre cultivée, et un exemple frappant d'entr'aide entre science pure et pratique de métier.

De tels essais ont une importance économique énorme. La production du sucre dans les grands pays européens : France, Allemagne, Autriche, Russie, est comparable, comme chiffre d'affaires, à la production de la fonte et de l'acier, par exemple, ou à toute autre industrie des plus considérables. Or ce qui fait, dans la lutte sur les marchés internationaux d'exportation comme Londres, la supériorité d'un pays sur ses rivaux, ce n'est point la perfection de la technique sucrière, qui est un peu la même partout, c'est la possibilité de faire rendre à la terre le plus possible de sucre par hectare. On a parfaitement compris cela en Italie, par exemple, où le Gouvernement vient de prendre une initiative très intelligente qui devrait bien être copiée ailleurs : la création à Rovigo d'une station de *beticulture*[1]. Elle coûtera quelque quatre-vingt mille francs l'an, car on fit très bien les choses. Mais les savants étroitement spécialisés du nouvel institut pourront évidemment étudier là avec plus de chances de succès que partout ailleurs. Et il leur suffira de réaliser le moindre perfectionnement dans les procédés culturaux usités en Italie, pour que l'Etat puisse récupérer en économie d'activité cent fois, mille fois ce qu'il dépense pour la Station.

H. Rousset.

§ 6. — Biologie.

Recherches relatives à l'air expiré. — Le seul procédé jusqu'ici employé pour apprécier la qualité d'un air donné consistait à en déterminer la teneur en acide carbonique. Or, l'air qui n'est pas altéré par l'expiration, même s'il renferme 10 °/₀₀ d'acide carbonique, est encore inoffensif, tandis que l'air vicié par la présence d'hommes peut devenir franchement nuisible quand sa teneur en acide carbonique s'élève au delà de 1 °/₀₀. Ce phénomène s'explique en admettant que l'air expiré contient, en dehors de l'acide carbonique, d'autres matières nocives d'une nature jusqu'ici inconnue. Les tentatives faites, à diverses reprises, pour découvrir ces matières inconnues n'ayant pas donné de résultats positifs, on en était réduit à attribuer les effets préjudiciables de l'air consommé aux conditions physiques, notamment à la « stagnation » de la chaleur (Flügge). Les appareils de dosage de l'acide carbonique gardent, du reste, leur utilité pratique, les substances hypothétiques étant, semble-t-il, présentes dans l'air expiré en quantités d'autant plus grandes que la teneur en acide carbonique est plus élevée.

Les récentes recherches de M. W. Weichardt, professeur à l'Université d'Erlangen, sur les causes biologiques de la fatigue permettent toutefois d'établir la présence de substances organiques dans l'air expiré par les poumons. On sait que ce savant a, dans le suc musculaire d'animaux fatigués, observé la présence de produits de scission albuminoïdes à grandes molécules, résultant du dédoublement de l'albumine du corps et qu'on n'y rencontre pas à l'état non fatigué. Ces substances, dites « kénotoxines », manifestent leur nature toxique en ce que leur injection dans le corps détermine tous les symptômes d'une extrême fatigue : réduction de la température, ralentissement de la respiration, torpeur, etc. D'autre part, M. Weichardt a fait voir que le sérum sanguin des individus ainsi traités contient, quelque temps après l'injection, un corps inhibiteur, une « antikénotoxine », capable de lier et de rendre inoffensives de grandes quantités de kénotoxine. C'est à la formation accélérée de cette antitoxine que serait dû le rétablissement physiologique. En leur injectant un sérum renfermant l'antitoxine, M. Weichardt est parvenu à immuniser à un degré considérable les animaux en expérience contre les suites d'une injection de toxine aussi bien que contre la fatigue naturelle. Le même savant a enfin réussi à produire artificiellement, à partir de l'albumine, la kénotoxine et son antitoxine, à imaginer des méthodes physiques et chimiques excessivement sensibles pour déceler la présence de produits de scission albuminoïdes même en dehors de l'organisme animal, *in vitro*, et à définir chimiquement une substance appartenant au groupe des antitoxines, à savoir :

$$C^2H^4 \begin{matrix} CO \\ \diagdown \quad \diagup \\ CO \end{matrix} AzH$$

Or, M. Weichardt vient de démontrer que l'air expiré, au lieu de renfermer, comme certains expérimentateurs l'avaient supposé, des poisons de caractère alcaloïde, dissémine autour de lui, en quantités minimes, des « toxiques protéinogènes », substances paralysantes d'origine organique. M. G. Stroede rend compte ainsi de ses recherches et de celles de M. Weichardt sur ce genre de phénomènes[1].

Un appareil très précis, indiqué par M. Weichardt, permet le dosage fort exact de l'air de la salle. Cet appareil comporte une machine pneumatique à minuterie automatique, qui, sous l'action d'un accumulateur, déplace, à chaque coup de piston, une quantité d'air bien définie. Un filtre en coton retient les impuretés grossières; un flacon rempli de glycérine et de perles de Venise absorbe le reste des substances nuisibles mélangées à l'air.

L'auteur fait voir, par des expériences physiologiques aussi bien que par des réactions *in vitro*, l'existence, dans les substances organiques renfermées dans l'air expiré, de produits de scission albuminoïdes du caractère des kénotoxines, c'est-à-dire de substances reliées au phénomène de fatigue. Les réactions

[1] Voir la *Revue* du 15 déc. 1913, p. 872.

[1] *Zeitschr. f. Schulgesundheitspflege*, t. XXII, n° 11, 1913.

très exactes *in vitro* sont basées sur l'action de catalyseurs (hémoglobine ou osmium colloïdal) sur lesquels l'acide carbonique reste, à peu près, sans effet.

§ 7. — Géographie et Colonisation.

Les sources non-musulmanes et la science historique au Maroc. — Que le Maroc soit un empire musulman, nul ne le conteste. Mais juger que l'histoire de cet empire « musulman » pourrait s'édifier au moyen de documents et sur des faits purement « musulmans », serait commettre une très grosse erreur. D'ailleurs, documents et faits non-musulmans ont été déjà l'objet de divers travaux historiques, parmi lesquels nous rappellerons l'ouvrage en six volumes de M. de Castries sur les sources inédites de l'histoire marocaine, et les plus modestes recherches que nous avons publiées nous-même sur les sources juives. Ces études ont suffi à démontrer que cette documentation tirée de sources non-musulmanes l'emportait, par la qualité du fond comme par la richesse du détail, sur les relations que nous ont léguées les auteurs arabes et qui sont bien peu utilisables quand leur témoignage ne peut être appuyé de confirmations étrangères.

D'abord, les auteurs arabes ignorent tout du Maroc préislamique et on chercherait vainement chez eux un renseignement sur la vie de certaines fractions de la population marocaine même postérieurement à l'Islam.

Aussi, pour l'histoire de la Mauritanie, aux époques punique et romaine, est-ce aux historiens et aux géographes de l'antiquité classique, Pline, Ptolémée, et à quelques auteurs chrétiens de l'époque byzantine que nous devons le peu de renseignements que nous possédons.

A ces rares données vient aujourd'hui s'ajouter la contribution de l'archéologie et de l'épigraphie. Malheureusement le manque de méthode et d'esprit de suite rend, au Maroc, cette contribution bien peu profitable en regard de ce que nous pourrions avoir de précieux textes antiques, tant en phénicien qu'en latin. Toutefois, nous possédons actuellement une inscription phénicienne provenant de Lixus, une hébraïque et trois grecques d'origine juive, de l'époque romaine, découvertes à Volubilis, — toutes dues aux recherches de de la Martinière, de Tissot et, pour la région de Tanger, aux efforts de la mission scientifique de M. Michaux-Bellaire.

Quant aux sources hébraïques, nous avions nous-même, lors de notre dernier voyage dans le Haut-Atlas, réuni une collection d'inscriptions tumulaires datant toutes de l'époque des Mérinides et constituant une contribution initiale à l'épigraphie de cette région. En outre, nous sommes en possession de plusieurs chroniques hébraïques qui portent sur cinq siècles d'histoire marocaine, à partir de l'an 1391.

Pour l'histoire du Moyen-Age et des temps modernes, la compilation de certains ouvrages d'auteurs juifs parus en différents pays serait fort utile à la reconstitution du passé marocain. Et on ne saurait négliger, à ce sujet, les intéressants ouvrages d'auteurs européens tels que Léon l'Africain, Marmol, et plus tard Chénier.

Chez les Arabes enfin, dont le témoignage, avons-nous dit, ne saurait être admis, à de rares exceptions près, sans le contrôle d'auteurs chrétiens ou juifs, on trouverait cependant quelques données qui aideraient à pénétrer les dessous de l'étrange et mystérieux organisme qu'est l'empire du Maroc.

Au point de vue de la participation à l'histoire marocaine de fractions non-musulmanes de la population, il nous suffira de deux exemples pour montrer l'importance d'une étude historique comparée sans laquelle serait impossible toute compréhension de l'état social et ethnique du Maroc. L'empire des Berghouata sera notre premier exemple.

Il exista au Maroc, en plein Moyen Age musulman, un empire théocratique, schismatique, qui faillit supplanter l'Islam. Il avait été fondé par ce même Tarif, dont le nom est resté à l'île de Tarifa, près d'Algésiras. Dans l'anarchie qui avait suivi, au Maroc, la pénétration de l'Islam, Tarif s'était établi à Temesna (La Chaouïa) et avait groupé autour de lui les populations berbères qui demeuraient réfractaires à la nouvelle foi. Son fils et son petit-fils mirent à profit la résistance des Berbères à la fondation par Idris Ier et Idris II du royaume de Fez. Toutes les populations berbères du Maroc central, de la Chaouïa jusqu'à la Moulouïa, répondirent à leur appel et reçurent du prince Younos un nouveau Coran, dont le géographe arabe El-Bekri nous a transmis de très curieux extraits. Ainsi fut fondé sous cette dynastie l'empire des Berghouata avec la plus nationale, la plus africaine des religions, dans laquelle se retrouvait la trace de toutes les influences religieuses ou ethniques qui avaient marqué le pays : musulman par la forme, berbère par ses rites et ses pratiques, le schisme des Berghouata demeurait juif dans son essence et par ses tendances.

Cet empire englobait dix à douze tribus schismatiques puissantes fournissant 10.000 cavaliers ; il comprenait en outre seize tribus musulmanes avec 12.000 cavaliers. Ce fut un empire national, le seul que le Maroc eut jamais connu qui fut capable de résister près de trois siècles aux poussées du dehors. Il ne connut la décadence qu'au XIe siècle après l'arrivée de nomades arabes venus d'Orient. Et aujourd'hui même, dans certaines tribus, on retrouve des survivances de l'ancien schisme.

L'intérêt capital de cet épisode de l'histoire du Maroc, c'est de dégager la capacité des Berbères de s'agglomérer en un groupe national et organisé contre l'influence dissolvante de l'élément arabe : et ceci donne à penser au sujet des destinées de la Berbérie de demain[1].

Nous tirerons notre second exemple des invasions normandes : Venus des pays scandinaves, les Normands sont connus des auteurs arabes et juifs qui les appellent Madjous (païens) ou Ordomani (Nordmans). L'histoire de l'antique Egypte fait mention de l'apparition de Tahou ou peuples de la mer, aux cheveux et à la peau clairs. Ce sont eux qui, à en croire El-Bekri[2], revenaient du Nord tous les deux cents ans sous le nom de Madjous ou Normands, aux cheveux roux et aux yeux clairs.

En réalité, ces apparitions des pirates du Nord vers l'Afrique septentrionale et jusque dans la Méditerranée se sont faites en deux périodes. D'abord eurent lieu les incursions des Vikings païens, — les Madjous des Arabes. Ensuite celle des Normands christianisés, venant de France au Xe siècle (El Ordomani) ; ceux-ci renouvellent les exploits de leurs prédécesseurs païens et les continuent jusqu'au XIVe siècle, époque à laquelle les pêcheurs et pirates de Dieppe écument encore le littoral de l'Atlantique africain. Or, ces pirates normands ont certainement laissé leurs traces au Maroc, témoin le nom de Mer des Madjous sous lequel, durant des siècles, fut désignée la côte d'Arzila. Mais bien avant le Xe siècle, il y eut une sorte de Normandie marocaine, ce que prouve la présence signalée parmi les Berbères d'hommes aux cheveux roux et aux yeux bleus et l'existence dans ces régions de monuments mégalithiques en tout semblables à ceux qu'on trouve dans l'Europe septentrionale.

Ces courts aperçus indiquent quel intérêt s'attache à l'étude des sources historiques non-musulmanes du Maroc, documents de toute espèce, monuments épigraphiques ou groupements ethniques.

N. Slousch,
Docteur ès Lettres,
Chargé de Mission au Maroc.

[1] Nos études dans la *Revue du monde musulman*, 1909.
[2] Dozy consacre aux Normands en Espagne et au Maroc plusieurs pages très instructives.

INTRODUCTION

En 1903, la *Revue générale des Sciences* fit paraître une série d'articles sur le Maroc, qui, signés par Doutté, A. Bernard, Machat, Weisgerber, constituaient dans leur ensemble la monographie la plus documentée qui existât alors [1].

Par une série de circonstances spéciales, le Maroc, bien qu'appartenant à cette région circaméditerranéenne, la plus anciennement connue, la première cartographiée, restait encore dans le groupe de ces *terræ ignotæ* qui tend chaque jour à disparaître. Le fanatisme des musulmans s'opposait avec une tenace énergie à la pénétration européenne et, au commencement de ce XXe siècle, le chrétien était à peine toléré dans les villes du Bled el Makhzen. Dans le Bled el Siba, il fallait l'énergie d'un Foucault, d'un Segonzac ou d'un Gentil pour tenter sous des déguisements indigènes une exploration forcément restreinte et incomplète.

Mais depuis cinq ans un bouleversement complet s'est produit: sous la protection des canons de l'amiral Philibert, les troupes du général Drude ont abattu, un peu brutalement évidemment, les barrières qui fermaient l'Empire du Moghreb à la pénétration européenne.

Nous avons pensé que le moment était propice de reprendre l'étude dirigée en 1903 par l'éminent fondateur de la *Revue* et, dans un numéro consacré essentiellement au Maroc, d'établir suivant les méthodes scientifiques l'état présent et les projets d'avenir du Protectorat.

Grâce à l'appui bienveillant du Résident général, aux démarches sur place de Louis Gentil, au dévouement d'artisans de la première heure de l'œuvre française [2], la *Revue* peut présenter à ses lecteurs une mise au point remarquable de la question marocaine. Les noms qui se rencontrent au bas de ces articles prouvent le souci apporté dans le choix des collaborateurs et, pour les articles anonymes, il sera facile au lecteur averti des choses marocaines de deviner les sources dont ils émanent.

La rapidité de l'expansion française au Maroc dépasse tout ce qui avait été observé jusqu'ici, même en Tunisie, tant au point de vue du nombre des nationaux immigrés que de la valeur des capitaux engagés [1], et cette marche est d'autant plus remarquable que l'œuvre française a rencontré au Maroc des obstacles inconnus dans toutes les autres entreprises coloniales. Alors que toutes les nations colonisatrices utilisent le rail comme l'élément de pénétration le plus puissant et le plus économique, la France, paralysée par l'Allemagne, n'a pu jusqu'ici établir une seule voie d'exploitation commerciale, les lignes stratégiques construites par le Génie militaire à la voie de 0^m^,60 étant réservées au service de l'armée et exceptionnellement aux fonctionnaires du Protectorat.

Nul doute que le Résident, libéré enfin par l'adjudication récente du Fez-Tanger, ne donne à la politique ferroviaire tout son développement.

Une étude courte, mais très précise, donne les projets prévus pour assurer les communications [2]. Dans un pays qui jusqu'ici ne disposait que de pistes abordables aux seules bêtes de bât, avec des gués que les pluies et la fonte des neiges rendaient souvent impraticables pendant plusieurs semaines, on conçoit la transformation que l'établissement d'un vaste réseau de communications, routes et voies ferrées, doit amener dans les transactions intérieures et extérieures.

Le lecteur sera peut-être étonné de ne pas trouver traitée ici la question si discutée de l'adoption de tel ou tel écartement du rail. Partisans de la voie de 1^m^,44 et de 1^m^,05 ont accumulé les raisons pour ou contre leur projet préféré. Aujourd'hui la question est tranchée: le Fez-Tanger étant décidé à 1^m^,44, le réseau principal doit adopter cette voie qui assure en même temps le raccordement direct avec les lignes algériennes et permet d'entrevoir le rapide Tunis-Casablanca parcourant notre empire africain en moins de deux jours.

La côte marocaine est essentiellement inhospitalière: la terrible barre [3] règne de Tanger à Agadir et l'étude qui en a été faite dans ce numéro montre quel obstacle elle apporte au trafic maritime. Les travaux proposés pour faciliter l'accès de la côte de Méhedya à Agadir n'ont pas été adoptés sans discussion, et, dans la Commission des Ports, les avis étaient partagés, soit pour la concentration de

[1] *Revue générale des Sciences*, 1903; Doutté: *Les Marocains et la société marocaine*, pp. 190, 258, 314, 372; Machat: *La géographie physique du Maroc*, p. 12; A. Bernard: *L'Agriculture, le commerce et l'industrie au Maroc*, pp. 73, 132; Weisgerber: *Orographie, hydrographie, climat, flore en faune. Pathologie*, pp. 435, 509, 567; La Revue: *Le Maroc et les Puissances européennes*, p. 592.

[2] Depuis plusieurs années, le bulletin du Comité de l'Afrique française et du Comité du Maroc: *L'Afrique française* donne chaque mois des études très documentées sur le Protectorat. Nous sommes heureux de remercier son dévoué secrétaire général, M. A. Terrier, de l'appui qu'il nous a apporté dans la publication de ce numero et en mettant à notre disposition un certain nombre de clichés du Bulletin.

[1] Girard: *Les capitaux français au Maroc*, p. 387; Clerget: *Le commerce au Maroc*, p. 356.

[2] L. Gentil: *Les voies de communications au Maroc*, p. 3[illegible].

[3] J. Renaud: *La barre sur la côte atlantique*, p. 309; X. X: *Les ports du Maroc*, p. 314. *Le port de Casablanca*, p. 3[illegible]; Porché: *Tanger. Etude technique et économique*, p. 318.

l'effort sur le seul port de Casablanca, soit pour la dissémination des dépenses dans l'établissement d'une série de ports à barcasses. En fait, tout le monde doit être d'accord puisqu'on fait grand à Casablanca et que les projets exposés visent les autres ports susceptibles d'être ouverts aux navires.

Tanger reste en dehors des zones d'influence française et espagnole, mais cependant, malgré l'opposition anglaise, nos intérêts s'y développent avec rapidité, et il a paru indispensable de demander à M. Porché, l'ingénieur distingué du port de Tanger, de nous donner un aperçu des travaux projetés pour le port et de l'avenir économique de la cité internationalisée.

Trois découvertes récentes ont singulièrement facilité la conquête:

La *télégraphie sans fil*, assurant la permanence des communications entre les postes importants en dépit des perturbations de toutes natures toujours possibles entre les postes;

La *vaccination antityphique*, qui a diminué, dans des proportions jusqu'ici inconnues, la morbidité et la mortalité des troupes européennes;

L'*automobile*, permettant de suppléer à l'absence du rail et restant pour longtemps encore le seul moyen rapide de locomotion pour les colons, mis dans l'impossibilité d'utiliser les lignes à voies étroites du Génie militaire.

Malgré les services rendus au corps expéditionnaire, il ne paraît pas que la navigation aérienne ait apporté une aide puissante à nos colonnes et au service de renseignements.

Par contre, nous croyons que l'utilisation de la méthode stéréogrammétrique[1] est appelée à rendre de grands services dans l'achèvement de la carte du Maroc.

L'article documenté et vécu du capitaine Noirel sur les travaux du Service géographique permet de se rendre compte de l'effort gigantesque entrepris et réalisé par nos officiers, mais aussi du labeur qui leur reste à accomplir pour achever la cartographie de l'Atlas.

Le Professeur Gentil, un des meilleurs pionniers du Maroc, a retracé en quelques pages les points sur lesquels doivent porter aujourd'hui les investigations scientifiques[2]. Puisque, contrairement à l'opinion répandue jusqu'ici, colons et capitaux français se déversent sur le Maroc, il est de toute nécessité que cet exode trouve une base solide dans une étude systématique du pays.

Organiser un centre d'étude, assurer à ce centre la vitalité indispensable en le dotant suffisamment, c'est, nous en sommes certains, le vœu le plus ardent de notre Résident général.

Mais ayant à faire face à tant de besoins impérieux, luttant avec un budget essentiellement variable puisqu'il dépend d'une bonne ou d'une mauvaise récolte, le Résident ne dispose pas des ressources nécessaires. Il nous faut ici imiter le Touring Club, susciter des premières mises, solliciter des subventions désintéressées des amis des Sciences intéressées, des grandes Sociétés qui ont engagé des capitaux importants au Maroc, et nul doute alors que le Protectorat marocain et le Gouvernement métropolitain n'interviennent efficacement dans l'organisation définitive d'un Institut de recherches scientifiques, capable de rivaliser par ses travaux et ses mémoires avec les riches publications des *Survey* américains ou du Gordon Memorial College de Khartoum.

L'Institut scientifique doit-il constituer le noyau d'une université marocaine? Déjà, lors de la discussion de l'emprunt marocain, le président de la Commission des Affaires extérieures, M. Albin Rozet, le très courageux défenseur des indigènes, a demandé la création d'une Ecole de droit et d'une Ecole de médecine, en évoquant les exemples de l'Ecole de droit du Caire, de la Faculté de médecine de Beyrouth. Peut-être est-ce aller bien vite, et l'assimilation du Marocain avec l'Egyptien ou les habitants de Syrie est-elle exagérée?

Mais ce qu'il importerait d'installer dès maintenant, c'est une Ecole d'application dans laquelle les docteurs et les doctoresses du Service de santé étudieraient pendant une année ou deux, non seulement les caractères spéciaux de la pathologie marocaine, mais aussi les mœurs, les coutumes, les différences ethniques, la mentalité et enfin les langues berbère et arabe des indigènes[1].

Cette école d'application comprendrait également une Ecole d'infirmiers et d'infirmières, capables d'aider les agents du Service sanitaire dans les dispensaires, dans les désinfections, etc.

Pour connaître un pays, la lecture des ouvrages les mieux documentés ne suffit pas, il faut voir sur place. Les Croisières de la *Revue générale des Sciences* ont déjà par trois fois mené les touristes soit dans les ports du Maroc, soit même jusqu'à Marrakech. De nouvelles croisières faciliteront la visite fructueuse de ce pays de protectorat et permettront de se rendre compte de ce qu'a pu, en si peu de temps, réaliser l'énergie française sous l'intelligente et active direction d'un chef comme le général Lyautey.

J.-P. Langlois.

[1] P. Corbin. La stéréoautogrammétrie. *Revue* du 30 mars 1914.

[2] L. Gentil. *La recherche scientifique au Maroc.*

[1] Huguet: *Les races marocaines*, p. 293; Gaudefroy-Demombynes : *Les langues du Maroc*, p. 301; Mauran : *L'Hygiène du Marocain*, p. 306.

LES RACES MAROCAINES

I

Malgré les progrès extraordinairement rapides de l'occupation française, il n'a pas encore été possible de déterminer exactement le nombre des habitants du Maroc. Après l'avoir porté jusqu'à 15 ou 20 millions, exagération flagrante, on a voulu le réduire d'une façon excessive à 3 ou 4 millions. Les auteurs les plus récents[1] pensent que le total ne saurait être inférieur à 4 millions, ni supérieur à 5 millions. D'après mes renseignements (Rabat, fin 1913), le nombre de 4.500.000 constituerait une évaluation maxima assez proche de la réalité.

On trouve sur les territoires marocains des Berbères, des Arabes, des Berbères arabisés, des Berbères et des Arabes négroïdés, des Israélites, des Israélites berbérisés et arabisés, enfin des Nègres. Cette énumération, à laquelle il ne faudrait pas donner une rigueur absolue quant à la préséance à fixer aux divers éléments, offre du moins l'avantage de montrer qu'on observe au Maroc « l'éparpillement infini des races[2] ». Au point de vue anthropologique, on peut résumer la question en disant que « le Maroc est une mosaïque ethnographique ». Cette mosaïque est tellement complexe qu'on a même pu établir des comparaisons avec certains types d'Extrême-Orient. Des types pseudo-mongoloïdes[3] absolument inattendus ont été notés (Rif, région de Fez, etc.). La ressemblance avec l'élément malais a été plusieurs fois entrevue chez certains Zemmour, Zaër et surtout chez quelques Beni Ahssen. M. Slousch, à qui je communiquais ces faits que je crois n'être pas encore signalés, pense que, s'il y a eu une pénétration quelconque de l'élément malais, on doit la situer entre 3.000 et 2.000 av. J. C.

La prédominance berbère au Maroc est indiscutable. Les indigènes érudits (nombreux au Maroc où il existe des bibliothèques remarquables) sont d'avis que la proportion arabe ne dépasse pas un cinquième et ne croient pas que ce milieu ethnique ait fourni plus de 1 million d'individus[1]. Cette proportion de un cinquième n'est pas applicable aux villes. Nous laissons, d'autre part, les Berbères peu arabisés[2] dans la catégorie des Berbères, pour ne pas compliquer ces données numériques générales.

L'élément juif mérite d'être étudié, tant par le nombre des unités que par les modalités diverses de ses fusions ethniques. On peut compter qu'il y a, au Maroc, environ 200.000 Juifs, Judéo-berbères, Judéo-arabes, Judéo-espagnols et Judéo-portugais. Le décompte des Juifs peut, comme celui des Berbères et des Arabes, servir de thème à maintes discussions. C'est ainsi qu'à Sefrou le nombre officiel des Israélites est de 1.200. Nahum Slousch, dont la méthode d'investigation est des plus rigoureuses, vient d'effectuer pendant le deuxième semestre 1913 un nouveau voyage d'études à la suite duquel il m'affirme que le nombre des Israélites doit être de 2.600[2]. Autre exemple : en 1912, la population israélite de Fez comportait 10.000 individus au minimum; à la suite des événements qui ont ensanglanté la ville, 3.000 Juifs ont disparu par fuite, massacre, etc. (Slousch).

II

Je donne ci-après la **Statistique approximative des populations urbaines européennes et indigènes du Protectorat français au Maroc :**

Rabat-Salé. — Indigènes, 54.000 (Musulmans, 50.000; Israélites, 4.000). Européens, 3.280 (Français, 2.500; Espagnols, 350; Italiens, 350; Anglais, 15; Allemands, 15; divers, 50).

Jusqu'à présent, Salé n'avait pas de statistique particulière. Le 30 septembre 1913, il a été donné le décompte suivant de la population européenne de Salé : Français, 163; Espagnols, 47; Italiens, 23; Allemands, 2 (et indigènes algériens 15)[4].

Casablanca. — Indigènes, 39.000 (Musulmans, 30.000; Israélites, 9.000). Européens, 20.600 (Français, 12.000; Espagnols, 4.000; Italiens, 3.500; Anglais, 500; Allemands, 150; divers, 450).

---

[1] Aug. Bernard : *Le Maroc*, 2e édit., p. 133. — Ladreit de Lacharrière, in l'*Afrique du Nord*, p. 72. — Gaudefroy-Demombynes et L. Mercier : *Manuel d'Arabe marocain*, p. 18.

[2] Cette expression de M. Hamet est rigoureusement exacte. Je tiens à remercier ici MM. Ismaël Hamet et le Dr F. Weisgerber des excellents conseils que je dois à leur vieille amitié. M. Nahum Slousch reste pour tous, et pour moi, en particulier, le meilleur et le plus éclairé des guides en matière hébraïque. Ma gratitude doit aussi aller à M. de Mareschal, distingué publiciste à Rabat, dont les renseignements m'ont été maintes fois utiles.

[3] Je dis pseudo-mongoloïdes pour l'ensemble des cas. Quelques-uns m'ont paru cependant à retenir pour études ultérieures.

[1] Avant nous, le Capitaine (aujourd'hui Lieutenant-Colonel) Simon avait justement écrit : « L'élément berbère représente la portion la plus importante de la population marocaine. » *In* avant-propos de la traduction de l'ouvrage de Quedenfeldt sur la *Division et la Répartition de la population berbère au Maroc*. Jourdan, Alger, 1904.

[2] Anthropologiquement parlant.

[3] D'après Slousch, il faut décompter en moyenne dix individus par maison, car chaque famille israélite comprend à la fois le père, la mère, les enfants, et aussi le fils aîné avec sa femme et ses enfants.

[4] Fin janvier 1914, il y a 300 Européens à Salé, et la progression paraît vouloir continuer.

Pour donner une idée de la prospérité remarquable de Casablanca, mentionnons que, du 1er juillet au 15 octobre 1913, 12.594 personnes ont débarqué, se répartissant ainsi : Français, 8.325; Espagnols, 2.574; Italiens, 1.331; Anglais, 134; Allemands, 65; Portugais, 51; Grecs, 33; Suisses, 27; Turcs, 15; Belges, 14; Russes (probablement Juifs), 14; Arméniens, 3; Argentins, 3; Brésiliens, 2; Norvégien, 1.

Le *Bulletin officiel du Protectorat* vient de publier (2 janvier 1914) que, pendant le mois de novembre, 2.899 personnes ont débarqué à Casablanca, se répartissant ainsi par nationalités : Français, 1.543; Espagnols, 782; Italiens, 444; Grecs, 27; Anglais, 24; Portugais, 23; Allemands, 22; Belges, 7; Turcs, 6; Indiens, 5; Russes, 3; Suédois, 3; Américains, 2; Suisses, 2; Hongrois, 2; Norvégiens, 2; Hollandais, 1; Roumain, 1. Il est à remarquer que l'élément français représente plus de la moitié du total des arrivés.

Mazagan.—Indigènes, 26.000 (Musulmans, 23.000; Israélites, 3.000). Européens, 1.265 (Français, 350; Espagnols, 550; Italiens, 150; Anglais, 150; Allemands, 15; divers, 50).

Safi. — Indigènes, 19.500 (Musulmans, 16.500; Israélites, 3.000). Européens, 660 (Français, 300; Espagnols, 210; Italiens, 50; Anglais, 30; Allemands, 20; divers, 50).

Mogador. — Indigènes, 24.000 (Musulmans, 12.000; Israélites, 12.000). Européens, 630 (Français, 350; Espagnols, 150; Italiens, 40; Anglais, 40; Allemands, 10; divers, 40).

Marrakech. — Indigènes, 97.000 (Musulmans, 80.000; Israélites, 17.000). Européens, 510 (Français, 350; Espagnols, 50; Italiens, 50; Anglais, 10; Allemands, 10; divers, 40).

Meknès. — Indigènes, 25.000 (Musulmans, 20.000; Israélites, 5.000). Européens, 537 (Français, 320; Espagnols, 70; Algériens, 40; Italiens, 29; Grecs, 17; Anglais, 13; Allemands, 5; Suisses, 3; divers, 30).

Fez. — Indigènes, 79.000 (Musulmans, 70.000; Israélites, 9.000). Européens, 348 (Français, 250; Espagnols, 40; Italiens, 20; Anglais, 8; Allemands, 10; divers, 20). D'après un dernier recensement clos le 18 novembre 1913, et dont les résultats ont été publiés le 2 janvier 1914, la population européenne de Fez s'est élevée à 563 personnes: Français, 370 (240 hommes, 130 femmes); Espagnols, 47 (31 hommes, 16 femmes); Italiens, 45 (33 hommes, 12 femmes); Anglais, 11 (4 hommes, 7 femmes); Allemands, 8 (5 hommes, 3 femmes); Turcs, 7 (5 hommes, 2 femmes); Suisses, 4 (2 hommes, 2 femmes); Russes, 3 (2 hommes, 1 femme); divers, 5 hommes; musulmans algériens, 63 (54 hommes, 9 femmes).

Oudjda.—Indigènes, 15.000 (Musulmans, 12.000; Israélites, 3.000). Européens, 8.165 (Français, 7.500; Espagnols, 500; Italiens, 100; Anglais, 10; Allemands, 5; divers, 60).

Autres localités. — Indigènes, 58.000 (Musulmans, 50.000; Israélites, 8.000). Européens, 2.760 (Français, 2.000; Espagnols, 500; Italiens, 200; Anglais, 5; Allemands, 5; divers, 50).

Je ne puis ici, faute de place, envisager la géographie humaine marocaine, le sol et les habitants, les cités, les tribus et leur évolution anthropologique. Je résumerai dans les pages qui suivent celles des données les plus indispensables.

La plupart des auteurs ont affirmé ou implicitement reconnu leur embarras, chaque fois qu'il s'est agit d'aborder scientifiquement l'ethnographie marocaine. Un des voyageurs les plus autorisés, Quedenfeldt[1], a même, en plusieurs endroits de son livre, émis des opinions sur ce sujet et formulé des conclusions sévères : « On sait, dit-il, que la population du Sultanat du Maroc se compose actuellement de deux grandes parties essentielles, les Berbères et les Arabes. » Un peu plus loin, le même auteur écrit : « Il ne convient pas d'introduire dans le cadre du présent travail des réflexions en vue de déterminer à laquelle des grandes familles ethniques il faut rattacher la race berbère. Les recherches anthropologiques et linguistiques qui ont pu être entreprises jusqu'à présent dans ce sens par des hommes compétents n'ont conduit à aucun résultat. »

A quelques pages de là, nous lisons ce qui suit : « L'absence de toute recherche anthropologique antérieure et la faiblesse des connaissances que nous possédons sur ces tribus à tous les points de vue excluent toute certitude au sujet de leur rattachement à l'une ou à l'autre race[2]. Lorsque la prise de possession du Maroc par une puissance européenne rendra les recherches scientifiques plus faciles qu'elles ne le sont sous le régime musulman, beaucoup de ces doutes seront définitivement éclaircis. » Cet espoir du savant allemand n'est pas de longue durée, car, en abordant l'origine des Berbères blonds, il reprend ainsi : « Tant que des recherches approfondies d'anthropologie et de linguistique ne pourront pas être faites, la question demeurera sans solution, si elle est encore à résoudre. »

Les travaux techniques se sont multipliés depuis quelques années; il est particulièrement intéressant de relire les pages peu encourageantes de Que-

[1] Quedenfeldt : *Zeitschr. für Ethnologie*, 1888-1889 (traduction du Cap. Simon), p. 3, 4, 18, 28 et 29.

[2] Quedenfeldt ne donne pas, d'autre part, à l'élément juif la place considérable à laquelle il a numériquement droit au Maroc.

denfeldt[1] et de marquer au passage les lignes d'interprétation trop exclusive dues à MM. Gaudefroy-Demombynes et Mercier[2], au moment où M. le Dr R. Verneau, professeur d'Anthropologie au Muséum d'Histoire naturelle, vient de publier un important mémoire sur les Crânes marocains, où MM. Bertholon et Chantre viennent de faire paraître leur monumental ouvrage sur les Races de la Berbérie orientale. La mise au jour d'un nombre aussi considérable de documents ouvre aux chercheurs une mine inépuisable qui simplifiera singulièrement la tâche de ceux appelés à opérer dans la Berbérie occidentale[3].

III

Je me suis attaché, avant d'aborder sur place la question si complexe des Berbères au Maroc, à recueillir quelques données sur l'action et le mode de pénétration des Arabes dans le Moghreb el Aqsa. Les Arabes arrivés avec Okba par le nord au niveau de Tanger et jusqu'à l'Atlantique ont ensuite piqué droit sur l'Extrême-Sud. Ceux qui devaient suivre avec Ben Nocéir ne firent pas plus que les premiers la conquête véritable du pays. Si l'invasion hilalienne a contribué à pénétrer beaucoup plus que la première conquête arabe les populations du Nord-Ouest africain, c'est que, après l'action initiale, elle a continué à opérer par infiltrations prolongées.

C'étaient des émigrations par familles[4]. Alors que, dès le IXe siècle, le Sud-ouest marocain avait été islamisé, on ne voit que plus tard les tribus arabes s'établir en nombre dans le Nord. Encore cette occupation est-elle moins le fait de la conquête que la réalisation par les sultans de transplantations de tribus par raison politique (ex. : les Oudaïa, tribu guich, sorte de garde prétorienne appelée de la Mauritanie, les Cherarda venus de la région de Marrakech et fixés autour de Sidi Kassem (actuellement Fort Petitjean)[1].

La grande occupation s'est faite surtout par la voie du Sud ; elle a donné au Maroc 2 à 300.000 arabes parmi lesquels 100.000 à peine auraient pu être considérés comme des Arabes purs. C'est dans la région de la Seguiet el Hamra que l'arabisation a été maxima, parce qu'elle était plus facile et que des tribus entières parties de la Tripolitaine étaient venues s'y établir.

Les Oudaïa, les Chizdala et autres ont occupé le Sud jusqu'au Sénégal ; du reste, les Maures de la Mauritanie sont en grande partie arabes[2].

Parmi les Arabes dits purs, on peut citer notamment les Hamyan, les Riah, les Khlot, les Beni Malek, les Beni Ahssen, les Rehamna. D'autre part, dans l'amalat d'Oudjda, mentionnons comme exemples d'arabes purs[3] les Angad[4], les Mahaïa, les Sedjaka, autres Hilaliens que l'on rencontre aussi dans le Maroc proprement dit.

Quelques tribus arabes du R'arb ont eu cependant des provenances particulières qui méritent d'être notées : citons comme exemple des groupes de chameliers originaires de l'Yémen, qui chaque année conduisaient les pèlerins à la Mecque. Quand

[1] Dont l'ouvrage présente, à certains égards, des mérites considérables qui ont légitimé la publication d'une traduction française et qui en font un livre de travail à consulter à tout instant.

[2] Gaudefroy-Demombynes et L. Mercier : Manuel d'Arabe marocain (1912, p. 20, 235 et 239) : « A l'époque historique, les Carthaginois et les Romains ont trouvé devant eux des populations dites berbères, sur l'origine précise desquelles on peut écrire de gros livres et en laissant l'imagination courir derrière des textes incompris. »

« Et quand l'étude linguistique et ethnographique des populations de l'Afrique du Nord aura été complétée en Algérie, méthodiquement continuée par des hommes compétents et commencée en Tunisie, on pourra faire l'histoire de l'arabisation des Berbères de l'Afrique du Nord. »

« C'est l'Ecole algérienne qui a donné les premiers travaux sur le berbère marocain (Basset, Boulifa). La Mission scientifique de Tanger n'a rien publié ni sur les populations ni sur les dialectes berbères. La tâche est donc presque nouvelle et très vaste. »

Depuis que ces lignes ont paru, la Mission de Tanger, sous la signature de M. Michaux-Bellaire, vient de publier une intéressante monographie du Gharb.

[3] Au Maroc notamment, je suis d'avis qu'il y a lieu de donner aux mensurations sur le vivant toute l'importance qui leur a été attribuée au Muséum par le professeur R. Verneau, qui ne partage pas l'opinion de MM. Chantre et Bertholon au point de vue de la simplification des mensurations. Pour les travaux que j'ai entrepris au Maroc, je me suis conformé strictement à la technique du Laboratoire du Muséum, telle qu'elle est enseignée aux missionnaires par les Drs Rivet et Poutrin.

[4] Cette opinion peut ne pas être partagée ; mais elle est basée sur les témoignages de source indigène.

[1] Sur les tribus « guich » des Oudaïa, Cheraga, Cherarda, Oulad Djemma, Boâkher (plur. de Bokhâri) et les Ahel Mendjia, voir note in Quedenfeldt, p. 136.

J'ai pu recueillir au début de 1914 deux photographies (chacune avec face et profil) se rattachant à ces groupes, une d'Oudaï et une de Bokhâri. (J.-H.)

[2] Les tribus au Sud de la Seguiet el Hamra sont berbères (Quedenfeldt, p. 171). La foule qui constitue la population des oasis orientales (du Draa) ne se compose pas seulement d'éléments de races pures vivant les uns au milieu des autres, Arabes (Chorfa ou Merabtines), Brèber (Aït Atta, etc.), Chleuh, Haratin (Draoua), juifs et nègres nombreux (Haoussa, Bambara, Songhaï, etc.), mais des croisements de toute espèce ont souvent eu lieu, de sorte que les types originaux paraissent souvent effacés, jusqu'à être méconnaissables (Quedenfeldt, p. 172).

[3] J'ai trouvé quelques types remarquables d'Arabes purs dans des tribus autres que celles citées ci-dessus. Je compte, du reste, présenter sous une autre forme les faits pouvant se rattacher à cette question.

[4] On a écrit (S. Zaborowski : Pures tribus arabes du Maroc, in *Revue anthropologique*, n° 9, 1913) que les Tafrata (qui se rattachent aux Angad) habitaient des régions désertiques. Au Maroc, il importe, ainsi du reste qu'en maints autres pays, de ne pas confondre région désertique avec pays sans arbres. Dans beaucoup de plaines marocaines, en apparence dénudées, il suffit d'un peu de pluie et de... sécurité pour voir pousser de belles récoltes. Du reste, on y voit paître des bœufs, lesquels ne sont pas représentés au Sahara. On doit aller très loin vers le Sud du Maroc, au delà de l'Atlas, pour aborder les confins *réellement* désertiques.

la voie de mer a été adoptée, ces Arabes se sont fixés définitivement dans le Maroc, et c'est ainsi que l'on a vu les m'daoud s'installer dans la presqu'île de Tanger. Mais aujourd'hui ceux-là même sont très mélangés[1]. [Dr F. Weisgerber, communic. verb.].

A ces difficultés déjà nombreuses que rencontre l'investigation ethnographique, viennent encore s'en ajouter d'autres. Il faut manier avec une prudence très grande l'argument linguistique au Maroc, et de ce qu'un indigène parle chelha ne pas se hâter de conclure qu'il est berbère : J'ai été appelé à mensurer, le 3 janvier 1914, un arabe Zaër dont les ascendants, notamment le père et la mère, ne parlaient qu'arabe; ayant eu à aller constamment chez les Zemmour, il a pris l'habitude de parler le chelha. Quand on le faisait causer, on pouvait au premier abord être tenté de le classer dans les berbères bilingues (arabisés). Je pourrai plus tard citer des exemples analogues réunis dans mes notes, et dont quelques-uns sont d'un haut intérêt.

Les faits qui précèdent doivent être cités en tant qu'exceptionnels, car un Arabe n'a qu'un intérêt minime à parler le berbère, tandis que les indigènes berbères ont eu toujours une très grande tendance à apprendre l'arabe, conséquemment à se faire passer pour Arabes : les fusions ethniques ne pouvaient qu'en être facilitées. L'arabisation (généralement suivie et quelquefois précédée de l'islamisation) s'est faite d'une façon progressive et continue. M. Ismael Hamet[2] a pu dire avec raison : « Il n'y a pas de Berbères rebelles à l'islamisation. Chercher à lui faire des délimitations géographiques serait sortir de la réalité ». Par exemple les Chiadma sont comme les Haha des Berbères arabisés, et pourtant les Chiadma cherchent plus volontiers à se donner comme Arabes. D'une manière générale, *ceux des Berbères qui ont appris suffisamment à parler l'arabe se disent Arabes.* Ajoutons, pour être exact, que la plupart des tribus berbères ne sont pas sans avoir un ou plusieurs ancêtres arabes; elles font remonter *à celui-là seul* ce qu'elles considèrent comme la bonne origine au point de vue islamique. Du reste, nous pouvons relever un exemple intéressant de ce que nous avançons dans le texte déjà ancien de Quedenfeldt (*loc. cit.*, p. 90, note) : « Les Aït Cherrochen se nomment aussi Oulad Moulaï Ali ben Amer; du moins, ils se donnent eux-mêmes ce nom de préférence. Ils ont une origine commune avec les marabouts de Kenedsa. »

[1] C'est ce que j'ai pu observer en mensurant plusieurs des Arabes des groupes dits purs.

[2] Communication verbale (Rabat, 1914). Rapprocher de cette opinion de M. Hamet celle du Professeur Masqueray : « L'histoire de l'Afrique du nord est essentiellement une histoire religieuse. »

Un fait surprenant[1] entre tous est celui qui consiste à trouver des Arabes en plein cœur du pays rifain. Il faut cependant se garder de croire que la pénétration armée du Rif ait pu même partiellement être effectuée par les Arabes. Des Arabes guerriers ont pu arriver à se marier avec des femmes berbères et faire souche dans le pays. Mais il n'y a jamais eu, à proprement parler, de pénétration par tribus[2]. Néanmoins, quand ils viennent au Maroc, les Rifains, même les plus purs, tiennent à se donner une appellation arabe. C'est ainsi que les Aït Ourriaghel (Rif central), dès qu'ils savent un peu d'arabe, se donnent comme étant des Beni-Ourrial.

IV

Même dans les tribus arabes, dites pures[3], du Maroc, les voyageurs, le Dr F. Weisgerber notamment, n'ont presque jamais retrouvé le type arabe tels qu'ils l'ont vu en Arabie.

F. Weisgerber se souvient en avoir rencontré un aux Chemara, et le fait était si exceptionnel qu'il est resté dans sa mémoire. Le Professeur Verneau écrivait lui aussi, en rappelant récemment les impressions de son premier séjour au Maroc, en 1877 : « Ce n'est pas non plus l'Arabe d'Arabie, ni celui d'Egypte, de Tripolitaine, de Tunisie ou d'Algérie, dont il n'a pas les caractères céphaliques[4]. »

Mon collègue et ami M. Deniker a donné un tableau comparatif intéressant de l'Arabe et du Berbère, tableau qu'il a résumé dans les lignes suivantes : « Les trois quarts de ces Arabes de l'Afrique du Nord ne sont que des Berbères parlant arabe et d'autant plus arabisés comme mœurs qu'ils sont plus rapprochés de l'Asie... Au physique, le Berbère algéro-tunisien diffère aussi de l'Arabe. Sa taille est à peine au-dessus de la moyenne (1 m. 67), tandis que l'Arabe se distingue par sa grande taille. La tête du Berbère est, d'une façon générale, moins allongée que celle de l'Arabe, quoique les deux soient dolichocéphales. La face est d'un ovale régulier chez l'Arabe; elle est presque quadrangulaire chez le Berbère pur. Le nez est aquilin chez le premier, droit ou concave chez le second. En outre, les Berbères présentent une sorte d'enfoncement transversal sur le front au-dessus de la glabelle, que l'on n'observe pas

[1] S. Zaborowski : *loc. cit.*, p. 320.

[2] Les Oulad Settout mentionnés par Zaborowski sont des Berbères en partie arabisés. Les Juifs n'ont même pas pénétré au Rif : quelques-uns à Tafersit, un mellah à Chechaouen.

[3] Comme dans la Berbérie orientale, l'arabe est parlé sans mélange surtout dans les tribus Arabes du Sud marocain comme les Oulad Ahmed Moussa (du Sous) et surtout par les nomadisants sahariens.

[4] Prof. R. Verneau : Les crânes marocains, etc., 1913.

chez les Arabes; par contre, ils n'ont pas l'occiput aussi proéminent que ces derniers. Il faut dire

Fig. 1. — *Arabe marocain* (tribu des Abda).

que cette caractéristique est tout à fait générale; parmi les Arabes et surtout parmi les Berbères, il y a une grande variété de types. »

Essayons d'esquisser la silhouette de l'Arabe et du Berbère tels que nous les observons au Maroc. Si l'on prend comme modèle un Arabe des Khlot, des Sehoul ou des Abda (fig. 1) notés dans nos dossiers, on remarque combien la tête et le visage en particulier offrent une harmonie générale non habituelle chez le Berbère : le front est haut, découvert, légèrement fuyant dans sa partie supérieure; la ligne d'insertion des cheveux, assez éloignée, dégage bien la région fronto-temporale. Les courbures postérieures pariéto-occipitale et cranio-cervicale, l'une convexe, l'autre concave, présentent une forme générale en S d'un dessin très pur; le cou est long et plutôt mince. Les arcades orbitaires sont régulières, élevées, ornées de sourcils bien marqués qui dominent, sans la cacher, la région orbito-palpébrale supérieure. L'œil est grand, et suivant le dessin classique. Le nez est aquilin, les narines sont bien dessinées; la bouche, assez grande, est bordée par des lèvres régulières, la supérieure assez haute, mais d'un relief modéré, la lèvre inférieure nettement séparée de la région mentonnière dont la proéminence en ovale allongé se continue sur les côtés avec des saillies maxillaires arrondies, d'un relief adouci. De même que le maxillaire inférieur, les zygomes sont peu proéminents. Comme la tête, le reste du corps se présente sous un aspect à la fois robuste et élégant.

Chez les Arabes du Sud[1], ces caractères sont moins prédominants, mais constatables cependant; l'expression du visage devient plus brutale : le front est dégagé, le nez, au niveau du nasion, présente souvent une brèche très accentuée, le menton est plus proéminent, la bouche prend une expression à la fois plus bestiale et plus cruelle, du fait de l'exagération des commissures et du relief parfois très accentué de la lèvre inférieure.

Le Berbère[2] présente, suivant les régions et les types, des caractères physiques assez différents (fig. 2 à 4), qu'il est plus difficile que pour l'Arabe marocain de réunir dans une description schématique. D'une manière générale, le Berbère, même celui du modèle le plus fin, est osseux. On ne trouve jamais chez lui cette harmonie générale de lignes que l'on constate sur le type arabe.

Chez le Berbère, les dépressions latérales fronto-temporales sont fort marquées, et ces dépressions paraissent plus accentuées encore du fait de la saillie des zygomes toujours très saillants. Le visage n'est plus ovale allongé comme chez l'Arabe, la ligne d'inser-

Fig. 2. — *Berbère marocain du Sud* (Sous).

[1] Nous envisageons ici les ruraux. Les citadins, où qu'on les prenne, se présentent généralement suivant le type fin. La population des villes, beaucoup plus mélangée du reste que celle des tribus, se prête à des considérations qui ne peuvent trouver leur place ici.

[2] Je ne puis ici parler des Berbères blonds du Rif, que l'on pourrait appeler des dolicho-roux. Les Rifains que j'ai examinés étaient des Rifains bruns du Rif central, plus précieux pour moi parce que mieux comparables aux Berbères du Maroc central et méridional. On trouve du reste des roux disséminés un peu partout dans les villes du Maroc, mais rares. Il y a aussi des Juifs blonds.

tion des cheveux est moins élevée. Les courbes occipitale et cervicale réunies affectent la forme d'un point d'interrogation retourné, c'est dire que le cou est relativement plus court et plus droit que chez l'Arabe.

Le front est aussi plus rectiligne; il présente son

Fig. 3. — *Berbère marocain du Nord* (Rifain brun).

maximum de verticalité et de largeur chez le Berbère du Sud [1] (Sous, Tazeroualt) [fig. 2]; il est un peu plus oblique d'avant en arrière et un peu moins large latéralement chez le Berbère du Nord (Rif) [fig. 3]; enfin, il est plus fuyant, moins large, incliné latéralement en forme de trapèze chez le Berbère du Centre (Zemmour) [fig. 4]. Au niveau de la région sus-glabellaire, on ne trouve plus chez le Berbère du Sud la dépression transversale [2] que l'on observe chez les Zemmour (Maroc central) et chez les Rifains (Maroc septentrional). Les arcades orbitaires, toujours surbaissées, présentent des formes variées [3] qui peuvent être ramenées à trois ou quatre; la paupière supérieure est généralement masquée en partie ou même en totalité. Chez aucun Berbère on ne constate des saillies maxillaires considérables. Le menton est court, assez proéminent chez les Rifains, un peu plus allongé chez les Zemmour et les Tâdla, plus carré chez les Berbères du Sud. Le nez est droit, quelquefois concave [4] (Zemmour), parfois aussi légèrement sinueux (Zemmour, Hayaïna) ou légèrement busqué (Berbère de la région de Mogador). Du reste, le nez et la bouche n'ont aucune finesse, les lignes du relief sont toujours brutales. Les oreilles sont plus petites que chez l'Arabe, avec orientation plus verticale; elles sont fréquemment écartées et présentent très communément des anomalies morphologiques (replis, tragus, etc.). Lorsque, par hasard, l'oreille présente la même longueur que chez l'Arabe, c'est généralement par son lobule exagérément prolongé qu'elle peut y parvenir.

Le Berbère des Zemmour et du Tâdla (Maroc central) a un système pileux (cheveux et barbe) très développé, beaucoup plus que le Rifain. Chez celui du Sud, il y a peu de moustache, peu de barbe en avant des oreilles, très peu sur les régions massétérines, et le maximum de la barbe existe au menton, en forme caractéristique de fer à cheval.

Le Berbère marocain, dans les diverses provinces, présente peu de différences dans la taille; les variations sont surtout individuelles : J'ai vu un Rifain de 159,7, un Berbère du Sud de 159,1, un Zemmour de 174,1, un Berbère saharien du Tazeroualt de 174,5. Le Berbère du Sous étant plus ramassé paraît plus petit, celui du Sahara paraît plus grand à cause de sa gracilité; ce dernier est le moins vigoureux parce que trop souvent famélique.

La femme arabe du Maroc est robuste et garde le type que nous lui avons connu dans la Berbérie orientale. La femme berbère est moins massive, plus osseuse, et, dans le Sud, plus effilée même [1]. On trouve chez elle des tendances macroskèles [2], que l'on constate aussi chez certains types du Maroc oriental.

Les nègres et négroïdes, nombreux dans les régions de Fez, de Meknès, et surtout de Marrakech,

Fig. 4. — *Berbère du Maroc central* (Zemmour).

sont incorporés dans la population. Les Oudaïa et les Boâkher (pluriel de Bokhari), ayant eu à

[1] J'ai trouvé exceptionnellement cette forme chez un Arabe de Salé (un Idrissi).

[2] Observée très exceptionnellement chez quelques Arabes (Doukkala).

[3] On a même noté, chez certains Berbères, un écartement notable des yeux (distance bipalpébrale interne) : Caïd Glaoui et ses enfants.

[4] Très rarement chez certains Arabes (Moulay Bou Chaïb).

[1] Les femmes bleues du Sud, ainsi nommées à cause de la couleur du vêtement, sont remarquables à cet égard.

[2] Membres de longueur exagérée par rapport au tronc.

jouer un rôle spécial (tribus guich), se sont moins mélangés, et les Boâkher surtout sont restés, en quelque sorte, de véritables nègres.

Quelle est la répartition des Arabes et des Berbères sur le sol marocain?

Au lieu de compliquer la question, comme l'a fait Quedenfeldt, on peut dire que tous les massifs montagneux [1] sont et resteront encore pendant des siècles les grands centres berbères. Il y a donc deux groupes principaux : le groupe Rifain au Nord, le groupe Atlasien au centre (ou pour mieux dire à l'est et au centre) et au sud. Dans son consciencieux ouvrage sur les *Civilisations de l'Afrique du Nord*, le capitaine V. Piquet a établi une carte des populations de l'Afrique du Nord, dans laquelle il a noté les zones berbères, berbères arabisées, arabes, etc. En ce qui concerne le Maroc, il semble que la zone berbère doive être, sur cette carte, encore plus reportée vers l'ouest : les Zemmour, les Zaïan, les Tâdla (sauf ceux de la plaine) sont vraiment encore berbères. Les Haha et Chiadma, que l'on est actuellement presque tenté de classer parmi les Arabes, gardent encore les caractères physiques fondamentaux des Berbères. Autour même de Mogador, très nombreux sont les Berbères purs, et beaucoup d'habitants de la ville parlent encore chelha. Les habitants du Sous et du Tazeroualt sont des Berbères complets au sens anthropologique du terme [2].

V

On ne saurait passer sous silence l'élément juif, qui, numériquement, occupe une place considérable au Maroc. Appelés *plichtim* (Palestiniens, Philistins) ou *forasteros* (étrangers), suivant qu'ils sont considérés comme des Palestiniens directs ou des importés ultérieurs, les Juifs occupent surtout les villes (Marrakech, Mogador, Casablanca, Meknès, Rabat-Salé, Safi, Mazagan, Sefrou, Debdou, etc.).

On peut, d'après Slousch, répartir la population juive du Maroc en quatre groupes, trois dans le bled maghzen et un dans le bled siba : 1° groupe judéo-espagnol (de 25 à 35.000 individus), à Tetouan, Tanger, Larache, El Ksar, Ouazzan [3], où l'on trouve une race mixte avec langue mélangée de noms d'origine berbère et de noms d'origine espagnole; 2° groupe judéo-arabe (60.000 individus), à Mazagan, Casablanca [4], Rabat-Salé, Meknès, Fez, Sefrou, Debdou. Ce groupe était, en réalité, judéo-arabe de langue, prédominant comme élément judéo-arabe, avec adjonction considérable d'élément judéo-berbère. L'influence espagnole s'y propagea par l'aristocratie et les rabbins d'origine espagnole; 3° groupe avec prédominance judéo-berbère et adjonction judéo-arabe (40 à 50.000 individus), à Safi, Mogador, Marrakech, Agadir, Demnat et Taroudant [1]; 4° groupe juif ancien (20 à 30.000, et probablement plus) : Juifs des Glaoua, Dadès et, vers l'est, Aït Atta, Drâa supérieur, grande majorité du Tafilelt [2].

Ces Juifs du 4e groupe sont les descendants des premiers occupants; antérieurs aux judéo-berbères et peut-être même aux indigènes berbères, ils n'ont jamais opéré de fusion avec les judéo-espagnols. Ces juifs quasi-autochtones s'attribuent une origine palestinienne directe [3]; ils seraient venus d'Arabie vers 70 de l'ère chrétienne [4], et auraient mis un certain nombre d'années à se répandre dans le Nord-Afrique. D'après Slousch, ces Juifs pourraient provenir de la tribu de Simon.

Dans les régions du Sud, autrefois indépendantes de l'autorité du sultan, et dites bled siba, on peut subdiviser les Juifs en deux groupes : ceux du massif atlasien (mèche portée en arrière) et ceux du Drâa (mèche frontale). Que l'on envisage les Juifs de l'Atlas ou ceux du Sahara, on est frappé de ce fait qu'ils se sont conservés sans mélange. Leur race est très vigoureuse; ils sont extrêmement blancs [5], tandis que les Berbères des mêmes régions sont fréquemment négroïdes. Dans tout le Sahara occidental, le Juif est robuste, élancé, à type musculaire et, en quelque sorte, mieux doué physiquement que le Berbère. Au contraire, les Judéo-Espagnols et une grande partie des Judéo-Arabes sont moins grands, moins résistants, et présentent une tendance adipeuse marquée.

Les immigrations juives d'Espagne, par la zone maritime marocaine, se sont effectuées en 1391 et en 1492. Celle de 1391 fut peu considérable, mais très importante comme influence intellectuelle et religieuse (rabbinisation des Juifs autochtones). La nouvelle constitution de la masse juive remonte à l'immigration en masse des Juifs d'Espagne (1492).

Les Juifs du Nord ont rejoint ceux du Sud par Safi, Mogador, Agadir, Marrakech, Taroudant et Demnat, par des pénétrations restreintes, à l'aide

[1] Les forêts et les oasis peuvent être, sur ce point, comparables aux montagnes.

[2] On parle souvent des Chleuh, pluriel de chelha. Le chelha, c'est le nom de la langue berbère du Maroc, et non d'un groupe ethnique.

[3] Mellila et Ceuta n'ont eu des Juifs que plus tard.

[4] A Casablanca, il y a, en outre, un quartier (Behira) de « nouveaux venus ».

[1] Pour Demnat et Taroudant, peu de judéo-arabes.

[2] Une grande partie de ce noyau est de provenance touatienne, expulsion de 1492. Les Juifs du Touat sont d'origine arabique (Slousch).

[3] Les Juifs du Maroc connaissent mieux l'hébreu que les Juifs tripolitains (Slousch).

[4] Malo, dans son *Histoire des Juifs*, ne les faisait venir que plus tard.

[5] Les Juifs du Sahara tripolitain sont, au contraire, fréquemment négroïdes (Slousch).

de quelques rabbins et commerçants. A Demnat, il existe encore une synagogue espagnole (Slousch).

Avant les immigrations espagnoles, la population juive avait déjà subi des destinées diverses. Alors que, vers l'an 900 ou 1000, l'élément juif aurait été prédominant, la population berbère n'étant à ce moment que de un sixième environ, cette prospérité devait être vite entravée. La persécution de 1150 des Almohades oblige la majorité des populations à embrasser l'Islam. A l'avènement du 1er Mérinide Abou Yahia, le culte juif est reconnu; la plupart des Juifs islamisés reviennent à leur première religion. A la fin du XIIIe siècle, de grandes communautés juives s'établissent à Taza et à Fez, et discutent déjà avec les rabbins venus d'Espagne.

Je n'ai pas à faire ici le portrait du Juif marocain[1]. La plupart des auteurs lui ont consacré des pages intéressantes, sujettes à controverses, mais dans lesquelles il y a un fond notable de vérité. Anthropologiquement, le Juif marocain de l'intérieur, et surtout du Sud, doit être rapproché du Juif du Mzab[2]. Quand on les prend dans certains milieux spéciaux où ils se sont mélangés au minimum (Cohen, Lévy), en décrire un c'est les décrire tous[3], leurs attributs physiques sont identiques ; pour l'étude générale que nous avons à présenter ici, quelques photographies (fig. 5) et mensurations en diront assez.

Fig. 5. — *Juif Cohen de Salé.*

VI

Je ne puis ici, faute d'espace, interpréter, comme c'était mon intention, les données numériques obtenues par le Professeur Verneau, dans son récent *Mémoire sur les Crânes marocains*, et je me hâte de résumer les résultats de diverses observations personnelles dont la publication peut présenter, dès maintenant, quelque intérêt.

La taille des Marocains que j'ai mensurés en 1913-1914 a oscillé entre 1m,80 maximum et 1m,517 minimum. La taille moyenne, calculée sur 62 hommes, a été de 1m,664 pour les Marocains arabes (ou Berbères arabisés), et de 1m,663 pour les Berbères.

Un Oudaï (sing. de Oudaïa) avait 1m,78; un Bokhâri, 1m,63.

Les Juifs, décomptés à part, donnaient comme résultat 1m,652[1].

La taille des femmes a présenté comme maximum 1m,638, et comme minimum 1m,464. La taille moyenne, calculée d'après 32 femmes, a été de 1m,565.

Ces chiffres sont un peu supérieurs à ceux indiqués par le Professeur Verneau, après examen des os longs de Sidi Mogdoul. Mais je ferai remarquer que je n'ai que peu ou pas de citadins parmi mes observés, alors que les ossements précités pouvaient provenir de sujets urbains.

TABLEAU I. — *Dimensions de la tête des populations marocaines.*

	ARABES marocains	BERBÈRES MAROCAINS du nord (Rif)	BERBÈRES MAROCAINS du centre (Zemmour)	BERBÈRES MAROCAINS du sud (Sous)	JUIF
Diamètre antéro-postérieur maximum. . .	19	18,7	19,1	19,1	19,2
Diamètre transverse. .	14,3	14	13,8	14,5	14,2
Diamètre frontal minimum.	11,2	11,2	11,1	10,6	10,3
Diamètre bi-mastoïdien	12,2	11,9	12,3	12,9	13

[1] Fait à signaler, je n'ai pu arriver à mensurer et à photographier qu'un Juif, un Judéo-Berbère et une femme juive. J'ai trouvé, dans ce milieu, des résistances imprévues que je m'attacherai à surmonter dans ma prochaine campagne.

[2] HUGUET : Les Juifs du Mzab.

[3] J'en ai observé d'autres depuis, et ces chiffres seront ultérieurement revus.

[1] J'ai vu récemment conduire en prison trois nègres du sultan Moulay Youcef qui s'étaient enivrés. Leur taille paraissait se rapprocher de celle indiquée ci-dessus (par comparaison approximative avec la mienne).

Les chiffres[1] du tableau précédent, qui affirment la dolichocéphalie des divers éléments, ne sauraient nous permettre une distinction suffisante entre les éléments arabes et berbères, pourtant si séparables d'après l'extérieur et l'ensemble des caractères. C'est dire que je me suis attaché à donner à certains caractères anatomiques une importance spéciale, car je pense que seule leur interprétation pourra nous permettre d'établir le coefficient de berbérisation ou d'arabisation des sujets examinés ou à examiner. Ces données nouvelles seront présentées dans un travail ultérieur.

Dr J. Huguet.

LES LANGUES DU MAROC

Le Maroc parle des dialectes qui se rattachent à deux langues distinctes : l'arabe et le berbère. Il est évident qu'il est utile de savoir quel est l'idiome que parlent les populations avec lesquelles l'influence française va se trouver en contact, et qu'il n'y a point là un simple intérêt de curiosité. Peut-être même, pourrait-on essayer de suivre l'histoire de la répartition des langues au Maroc et de conclure du passé à l'avenir, quelque dangereux que soit ce jeu de l'esprit : en tout cas, en précisant la situation actuelle, on fournira à la génération qui vient les bases d'une comparaison abondante en résultats pratiques.

Il importe tout d'abord d'indiquer, en évitant les développements techniques, la position respective des dialectes parlés au Maroc.

I

L'arabe est une langue sémitique, apparentée par conséquent à l'assyrien, à l'hébreu, à l'éthiopien, etc. Sur toute l'étendue de son domaine, l'arabe apparaît aujourd'hui sous deux aspects : c'est une langue vivante, soumise à toutes les variations que la vie entraîne, et c'est une langue savante, qui n'a pas subi de changements profonds depuis treize siècles. Celle-ci a pour base le Coran, et par conséquent la langue du Hidjaz (la Mekke) ; mais son vocabulaire et ses formes se sont largement développés par l'appoint d'autres dialectes, dont chaque écrivain original a fait entrer quelque élément dans la littérature ; sa grammaire a été méthodiquement organisée par les érudits depuis le VIIIe siècle. Fixée par l'écriture et par l'enseignement, la langue classique est restée immobile, mais point absolument ; elle a enregistré les mouvements de la pensée arabe : du IXe au XIVe siècle, l'effort d'abstraction qui cherche à exprimer la science grecque ; ensuite le néant du rabâchage des manuels mnémotechniques ; aujourd'hui un réveil qui excite le journal et le livre à répandre les idées européennes. D'autre part, la langue savante n'est point uniquement livresque et morte ; les gens instruits du monde musulman s'efforcent de la parler et de la répandre : c'est pour eux une manifestation de supériorité intellectuelle, un pli professionnel qui s'impose au *taleb*. On est donc tenté souvent d'établir une comparaison stricte entre le latin, langue de la religion catholique romaine et idiome de la vieille Europe savante, et l'arabe classique, langue de l'Islam et idiome du monde arabe lettré : la ressemblance cependant n'est point complète, car l'arabe classique est tout de même de l'arabe, alors que le latin n'est ni de l'allemand, ni du français, ni même de l'espagnol ou de l'italien : malgré les histoires divertissantes où le pédant arabe et l'artisan ou le Bédouin causent sans se comprendre, il leur suffit, dans la pratique, d'un effort de bonne volonté pour que la conversation s'établisse entre eux.

Les dialectes arabes vivants, que parle la masse de la population, sont fort nombreux à travers le monde arabe et même au Maghreb, où leur étude est seulement commencée (surtout par M. Marçais). Déjà divers en Arabie, au VIIe siècle, avant le début des conquêtes, ces idiomes se sont répandus à travers le monde, se heurtant à d'autres langues, se mélangeant les uns avec les autres, chaque nouveau groupe social remaniant son langage au gré d'influences historiques et économiques, que l'on connaît imparfaitement et dont on mesure mal les conséquences linguistiques.

Ces dialectes de l'arabe, qui sont simplement, par rapport à l'arabe classique, des frères qui ont moins bien réussi dans le monde, en diffèrent surtout par l'absence des flexions nominales et verbales qui sont remplacées par des éléments auxiliaires et de prépositions. Entre les divers dialectes apparaissent des différences profondes qui se manifestent surtout dans le vocabulaire et dans la phonétique ; chacun d'eux semble avoir puisé dans le fonds commun de l'arabe, au hasard, c'est-à-dire

[1] Ces chiffres sont, du reste, provisoires, appelés à être revus et complétés. Ce tableau fait, d'autre part, ressortir, une fois de plus, l'inconvénient qu'il y aurait à ne prendre que quelques mensurations sur chaque sujet.

selon des lois sociales qui échappent encore à l'examen. Du moins, il est possible d'indiquer en quelques mots les grands faits historiques qui servent de cadre au développement de l'arabe au Maghreb.

Un fonds berbère, un peu entamé par le punique, presque pas par le latin, tel est le terrain linguistique, à l'époque des premières invasions arabes au VIIe et au VIIIe siècle; celles-ci n'amenèrent au Maghreb qu'un nombre très restreint d'individus, et n'eurent donc sur la géographie linguistique qu'une très faible influence, qu'il ne faut point cependant réduire au delà de la réalité. Des villes, en effet, se créèrent : Qairouan, Fez, plus tard Tunis, et d'autres moins illustres, en Tunisie surtout, qui furent arabes de langage et qui devinrent des foyers d'expansion pour l'arabe, langue de culture : ce furent des centres politiques d'où se manifestait en arabe un essai de gouvernement, quand ce ne serait que sous forme de razzias et d'impôts; des centres religieux d'où tentait de s'épandre la culture musulmane avec l'arabe classique; des centres économiques servant d'entrepôts et de foires.

Les routes commerciales qui relient ces villes, par exemple la voie qui du Soudan conduit en Espagne par Tlemcen et Honéin, marquent des étapes qui sont, elles aussi, des centres secondaires d'influence arabe. — D'autre part, le rôle propagandiste de l'arabe classique apparaît en marge, dès le XIe et le XIIe siècle, avec les Almoravides et les Almohades : Ibn Toumert est un type très représentatif du berbère arabisé, formé dans les écoles de l'Orient et agent de propagande musulmane, donc arabe. — L'invasion hilalienne du XIe siècle est un fait brutal de propagation de l'arabe par le nombre : les Bédouins pillards envahissent la Tunisie, détruisent les États berbères du Maghreb central, remanient jusqu'au Maroc la carte politique et linguistique ; ils apportent d'Arabie des dialectes bédouins intacts qui diffèrent nettement des idiomes citadins qui se sont formés au Maghreb, et qui ont réagi sur les pays berbères; leurs installations seraient plutôt des centres de répulsion pour les populations indigènes; mais pourtant les relations économiques s'établissent et préparent l'expansion de la langue. — Le XVe siècle marque une étape rapide de l'arabisation : la conquête de l'Espagne musulmane, qui a des allures de croisade, refoule au Maghreb des populations de langue arabe qui renforcent matériellement le contingent arabophone, et qui d'autre part répandent des sentiments de réaction religieuse qu'accentuent les conquêtes espagnole et portugaise et que précise l'avènement au pouvoir des Chorfas, c'est-à-dire d'Arabes dont le caractère sacré est à lui seul toute une propagande; celle-ci s'étend à travers le Maroc tout entier, jusqu'au fond de la montagne berbère, sous la forme du maraboutisme, véhicule de l'arabe. Enfin, quelque faible que soit le gouvernement chérifien si on le compare à un État moderne, il y a cependant des souverains forts, comme Ismaïl el Mansour, qui, pesant sur tout l'empire, lui font entendre la voix du pouvoir qui parle arabe : c'est même celle de la garde nègre. Du XIIe au XVIIe siècle, il y a donc un mouvement puissant de propagande, qui se continue lentement ensuite, et qui, s'il ne détruit certes pas le berbère, le fait reculer et crée des groupes importants de bilingues.

II

Le berbère est la langue que l'histoire du langage trouve en Afrique du Nord au temps le plus lointain où elle puisse remonter. Elle a presque partout cédé à l'arabe et trouvé refuge dans des forteresses montagneuses, dans les plaines et les plateaux chers aux nomades, le Djebel Nefousa, l'Aurès, la Kabylie, l'Ouarsenis, le Rif, l'Atlas, autour desquels elle déborde en masses d'inégale importance. Mais, des oasis égyptiennes au Sénégal, des îlots plus ou moins étendus apparaissent, soit qu'un dialecte berbère y soit resté intact, soit que des traces laissées dans les parties arabes rappellent que le berbère fut un jour parlé par l'ensemble de la population. L'étude de ces faits a été poussée assez loin par l'École algérienne, surtout depuis que M. René Basset en a dirigé les travaux, pour que l'on ait désormais une base d'exploration. Si les origines restent obscures, du moins la parenté du berbère avec les langues sémitiques est certaine. La masse du vocabulaire est, il est vrai, antérieure au sémitique, ce qui produit une incompréhension complète entre les deux langues : elle n'est guère atténuée par les vocables arabes qui, à diverses époques, sont entrés dans les dialectes berbères, et qui sont, en général, des « mots de civilisation ». Si l'on néglige ces emprunts successifs, on se heurte donc à un vocabulaire très différent du vocabulaire arabe, et le « bon sens » voudrait qu'on renonçât à tout autre rapprochement ; par bonheur, le « bon sens » a, dans ces dernières années, perdu une partie de son influence sur l'étude de la sociologie et de la linguistique : on s'est habitué à préciser les explications, et l'on sait que le mécanisme d'une langue fournit des moyens d'appréciation plus solides que le vocabulaire, dont l'évolution phonétique complique d'ailleurs si étrangement l'étude. Or, il semble bien que le procédé de dérivation qui consiste à former d'une racine purement consonantique de deux ou trois consonnes un verbe simple, puis une série de formes verbales

selon des schémas prévus de forme et de sens, où les voyelles jouent un rôle spécial de formation, est caractéristique des langues sémitiques; or, le berbère le possède en perfection, et l'étend, comme l'arabe, à une série de noms verbaux qui forment notamment le fonds abstrait de la langue. Cette ressemblance si frappante n'est pas la seule : les flexions verbales, donc la conjugaison; les flexions nominales (féminin et pluriel); les prénoms, des faits de syntaxe constituent la parenté des deux langues. C'est elle qui d'ailleurs explique la facilité avec laquelle l'arabe s'est plus ou moins complètement substitué au berbère dans le parler d'une partie de la population, ou a été adopté par elle comme seconde langue.

Mais le berbère ne s'est point haussé comme l'arabe au rang d'une « langue de culture »; il n'est devenu à aucun moment le langage d'une religion ni d'un Etat; il n'a point d'écriture propre; les caractères encombrants et compliqués du touareg ne se prêtent point à un usage courant : il a donc emprunté l'alphabet arabe dans la mesure où cela a été nécessaire. Or, il semble que cette nécessité ne se soit guère imposée aux populations maghrébines, qui, pourtant, jusqu'au XIe siècle, ont parlé presque uniquement le berbère. Il n'est resté de la littérature berbère que des rédactions de coutumes locales et quelques ouvrages religieux et juridiques. L'alphabet arabe s'adapte, d'ailleurs, assez mal à la phonétique du berbère; donc, il est plus aisé, pour écrire les dialectes berbères, d'adopter une transcription très simple en caractères latins.

Les dialectes berbères sont sensiblement différents les uns des autres, et leur répartition géographique ne répond nullement à des affinités linguistiques; comme sur le domaine arabe, ce sont parfois des dialectes éloignés dans l'espace qui présentent les caractères les plus précis de parenté, sans qu'il ait été possible encore de les grouper dans un ordre certain. Les divergences entre les dialectes berbères proviennent de la phonétique, certains sons, d'un dialecte, étant remplacés dans certains autres par des sons voisins; ou du vocabulaire, qui, dans chaque dialecte, ne représente qu'une partie d'un large fonds commun. Il en résulte que les relations entre Berbères de dialectes différents peuvent, à la première rencontre, être gênées jusqu'à l'incompréhension complète.

III

Le domaine de ces deux groupes linguistiques, arabe et berbère, ne peut être nettement précisé actuellement au Maroc : on ne peut le délimiter qu'en gros. La géographie fait prévoir, d'ailleurs, le mouvement général des populations, donc des langues. Les régions du Maroc, arrosées, fertiles, accessibles, celles qui ont attiré et fixé les peuples, sont situées entre l'océan Atlantique et la montagne. On en peut sortir par trois points : vers le nord, le détroit de Gibraltar conduit en Espagne; à l'est, par le couloir Fez-Taza, entre Rif et Atlas, on gagne le Maghreb central et l'Orient; vers le sud, par les cols du haut Atlas, surtout celui de Télouet, on gagne le Sahara et le Soudan; c'est donc en ces régions que l'on trouvera les villes : Tanger, Ceuta, Tétouan, Qasr ec Cerir sur le détroit; Volubilis, Fez, Méquinez, Taza, Miknasa vers le Maghreb; Merrakech, Demnat vers le désert; sur la côte, une ligne de petits ports où se nichaient les Corsaires sur la route des deux Indes; le long du Moyen-Atlas, une ligne de postes d'observation et de protection de Méquinez à Demnat.

Dès le IXe siècle, les groupements citadins y ont parlé des dialectes arabes, auxquels les conditions sociales particulières et le mélange avec les populations extérieures ont imposé des caractères spéciaux. Leur influence a agi sur le langage des populations berbères avec lesquelles ils entretenaient des relations suivies. L'histoire, qui a surtout vécu dans ces régions fertiles, y a réuni les peuples : des tribus arabes, qui marchaient devant elles, s'y sont installées; d'autres y ont été campées par les sultans qui en ont fait leur makhzen. C'est sur un mélange déconcertant de petits groupes, différents d'origine, que règne l'arabe dans l'Ouest marocain.

Une autre masse arabe, marquetée de taches berbères, apparaîtra sur la carte linguistique des confins algéro-marocains; dans ce morceau de désert qui remonte vers la Méditerranée, les Arabes nomades sont passés des plateaux au Maghreb central sans s'en apercevoir. Il semble que ce soit l'un des points du Maghreb où le recul du berbère devant l'arabe soit le plus net.

Au Maroc, on en reviendrait donc volontiers à des formules simplistes : le berbère, c'est la montagne; l'arabe, c'est la plaine et le plateau; on verra plus loin que cela mérite quelque correction; — ou bien le berbère, c'est le bled es siba; l'arabe, c'est le bled el makhzen; et là, on serait bien près de la vérité, car influence du makhzen veut dire influence arabe.

D'après ces indications, on serait tenté de donner au berbère une surface triple de celle occupée par l'arabe. Mais il semble bien qu'il faut être plus modéré que jadis dans l'évaluation de la population marocaine : les calculs du capitaine Larras, suivis par Doutté et par Augustin Bernard, et un peu modifiés par R. de Caix, ont, notamment, pour conséquence de faire prévoir une très faible densité de population pour les territoires montagneux habités par les Berbères de langue. Le rapport des

surfaces ne ferait donc nullement proportion avec le rapport des chiffres de population.

En sens inverse, il est inexact de restreindre à la montagne le domaine du berbère; il déborde, en maints endroits, hors des grands massifs du Rif et de l'Atlas : sur les hautes vallées du Sud, vers le Sahara, entre l'Oued-Drâ et l'Oued-Ziz où nomadise la plus grande tribu berbère du Maroc, les Beraber; sur les confins algéro-marocains, où le berbère, on l'a dit, se mêle à l'arabe, alors que le haut val de la Molouya est un coin arabe enfoncé en terrain berbère; vers l'ouest enfin, jusqu'à l'Atlantique, soit par les Zemmour et les Zaïr, soit au nord de l'Atlas, par une série de populations bilingues telles que les Haha, « un bon type moyen de berbères islamisés », dit Doutté, qui les a étudiés de près.

L'existence de nombreux individus et de tribus entières bilingues, c'est-à-dire maniant à la fois le berbère et l'arabe, est l'un des faits qui, pratiquement, modifient le plus gravement la distribution géographique des langues que l'on a schématisée plus haut, l'un de ceux aussi qu'il importerait de préciser par des observations locales. En suivant, par exemple, la grande voie impériale qui va de Méquinez au col de Télouet (Glaoua) par le Tadla, Qaçba Beni Mellal, Djama Ensifa, Demnat et Sidi-Rahal, on traverse le territoire de tribus qui, si elles sont berbères d'origine, semblent, par leur contact répété avec les tribus arabes de l'Ouest et par leurs relations avec le makhzen, avoir acquis, en grand partie, la connaissance de l'arabe, et être devenues bilingues. C'est par un phénomène analogue que l'usage de l'arabe, dans la haute vallée de l'Oued-Sous, se généralise de plus en plus, à mesure que l'on descend vers l'Atlantique. Les groupes de chorfas et les centres de propagande musulmane, zaouias ou autres, doivent, on le répète, avoir servi de points de rayonnement à la langue arabe.

Si la répartition des langues au Maroc est réellement telle qu'on vient de l'exposer, il faut diviser la population en trois groupes : groupe ne parlant que le berbère; groupe d'origine berbère en voie d'arabisation; groupe d'origine arabe ou berbère complètement arabisé. Entre les deux extrêmes, il est possible de concevoir un nombre infini d'états intermédiaires : des populations berbères ne parlant que cette langue avec le minimum d'influence arabe; d'autres, comptant des individus bilingues et laissant largement pénétrer l'arabe dans leur dialecte berbère; d'autres où tous les hommes seraient bilingues; d'autres enfin où le dialecte berbère serait entamé, même parmi les femmes, c'est-à-dire dans l'élément le plus conservateur de la population. Or si l'on excepte quelques notations précises de de Foucauld et de Doutté, il ne semble pas qu'on puisse sortir de vagues banalités en posant une question dont l'importance sociale et politique saute aux yeux.

A l'intérieur même de ce domaine berbère, qui, si l'on cherche à voir clair, apparaît de formes si imprécises et de solidité si discutable, c'est encore la diversité que l'on rencontre, dans une mesure et sous une forme inconnue. Les Berbères marocains se désignent eux-mêmes du nom général d'*Imaziren*, et appellent leur langue *tamazirt*, sans distinguer, semble-t-il, par des mots précis les divers dialectes. On admet pourtant (Doutté)[1] une division générale en trois groupes : dialectes du Rif, des Beraber et des Chleuh. Les premiers, parlés entre la Méditerranée et le couloir Molouya, Taza, Fez, Sebou, dans une aire géographique précise, paraissent former un ensemble étroitement apparenté : il faut, sans doute, y rattacher les Beni-Iznacen. Il y a divergence sur l'étendue des dialectes beraber : de Foucauld désignait ainsi la langue des Beraber proprement dits du quadrilatère Drâ-Ziz, avec débordement sur le pourtour, notamment vers le nord : d'autres auteurs, Doutté et de Segonzac, suivis par Aug. Bernard, étendent ces dialectes sur l'Atlas Moyen, et ne laissent au troisième groupe que les pentes du Haut-Atlas au sud et au nord, Houz, Sous et Tazeroualt. Doutté pense qu'on pourrait distinguer le Beraber proprement dit, c'est-à-dire les tribus du Moyen-Atlas (B. Mtir, Warain, B. Mgild, etc.) et celles de l'ouest (Tadla, Zayan). Les documents font défaut pour comparer la *tachelhit* ou chleuh, étudiée à Demnat par M. Boulifa, avec les autres dialectes de l'Atlas. On ignore aussi si c'est uniquement aux dialectes des Beraber qu'il faut rattacher les parlers des populations teintées de noir, les Haratin, que l'on trouve en bordure du Sahara. Peut-être les dialectes de l'Atlas, Beraber et Chelha, ne sont-ils pas assez différents pour nécessiter une division en deux groupes.

Du point de vue linguistique, les populations juives ne sont point à considérer séparément du reste de la population : elles parlent le berbère ou l'arabe, selon les localités, et bien qu'elles se servent des caractères hébraïques, l'influence de l'hébreu sur la langue parlée paraît se réduire à peu de chose. Réunis dans les principales villes, au quartier spécial appelé *mellah*, les Juifs parlent en général un dialecte arabe citadin : il est probable, par exemple, que le dialecte de Fez juif ne diffère pas plus du dialecte de Fez musulman, que le parler d'Alger juif, étudié par Marcel Cohen, ne diffère

[1] Conf. un article de M. Neuhil : *Dépêche coloniale*, 6 octobre 1913.

de celui d'Alger musulman. Les juifs établis en pays berbère en parlent le dialecte, mais ils paraissent savoir presque tous l'arabe. L'étude des parlers juifs présentera un très réel intérêt linguistique ; mais elle sera sans résultat pratique important : on peut donc la négliger aujourd'hui et courir au plus pressé.

IV

Ce qui est essentiel, c'est de savoir exactement quelle est la langue parlée par chaque groupe de la population marocaine, non point seulement pour satisfaire des curiosités érudites, mais pour préciser les détails d'orientation de l'administration marocaine. Il ne faut point, on l'a déjà dit, croire que population de langue arabe signifie nécessairement population d'origine arabe; mais, d'autre part, population de langue berbère paraît bien signifier population d'origine berbère. La langue, dans ce cas, est l'indice d'une résistance tenace à l'arabisation et, dans une certaine mesure peut-être, à l'islamisation.

On peut admettre que l'influence française ne se manifestera pas nécessairement au Maroc par un effort d'arabisation des Berbères. M. Gautier[1] fait remarquer qu'en Algérie, où l'on a ignoré administrativement le berbère, il s'est cependant bien défendu depuis cinquante ans : d'où M. Gautier conclut, semble-t-il, que ce que fait le Gouvernement n'a aucune importance. C'est d'ailleurs très justement que M. Gautier redit qu'on ne voit point comment on pourrait utiliser pratiquement les dialectes berbères comme langue administrative. On pourrait bien fabriquer par décret un *koïnè*, un berbère commun ; mais on veut croire que cette idée espérantiste ne germera dans le cerveau d'aucun directeur de l'enseignement marocain. Il est tout de même un côté de la question que M. Gautier ne veut pas voir, quand il « blague » la création d'une chaire de berbère à l'Ecole des Langues orientales de Paris. Ne croit-il point que donner généreusement l'enseignement arabe à des berbérophones n'est peut-être pas un devoir absolu de l'Administration française? On pourrait concevoir que la langue officielle fût partout le français et que les traductions locales fussent, en pays berbère, établies dans le dialecte local, si les représentants du pouvoir central veulent bien se résigner à l'apprendre : l'école française ne répugnerait même pas à enseigner l'usage d'une transcription du berbère en caractères latins[1]. Quand on lit les résultats statistiques commentés par M. Gautier et qu'on trouve en Algérie 726.000 Berbères ne parlant point l'arabe, contre 579.000 bilingues sur 4.447.000 indigènes, on n'hésite pas à penser que les masses berbérophones du Maroc seront reconnues, elles aussi, assez considérables pour qu'on se donne la peine de réfléchir aux méthodes qu'on leur appliquera. Sans doute le respect des dialectes berbères, au-dessous du français langue officielle, n'apparaîtra pas comme une nécessité aux fonctionnaires chérifiens de langue arabe : et le Maroc, il ne faut pas l'oublier, est un pays de protectorat. Et encore, il faudra distinguer les populations nettement berbérophones et celles qui sont en voie d'arabisation ; il sera nécessaire de reconnaître si l'influence, quelque faible qu'elle puisse être, dans chaque cas précis, de l'arabe, langue de l'Islam, ne sera point un obstacle à tout retour en arrière.

Une enquête linguistique, dont les résultats seraient condensés dans une carte des langues au Maroc, intéresse à la fois l'érudition et la politique. Mais il faut se presser de constater les faits actuels avant que les événements ne produisent des modifications qui ne seraient point expliquées. L'enquête, entreprise en 1860 par le général Hanoteau, a fourni un document précieux de comparaison avec les résultats de celle qu'a conçue et dirigée Edmond Doutté en 1910; ces résultats, qui seront publiés prochainement, ont inspiré à M. E. Gautier (*Ann. Géographie*, 15 mai 1913) quelques pages intéressantes. Sans doute, dans une enquête de ce genre, le coefficient d'erreur sera plus grand aujourd'hui au Maroc qu'en Algérie. Cependant, les officiers du Service des renseignements, prévenus par une courte instruction et un petit questionnaire, réuniraient en quelques mois des renseignements qui permettraient de débroussailler un terrain de recherches dont on pourra ensuite entreprendre à loisir l'exploration méthodique.

Gaudefroy-Demombynes,
Professeur à l'Ecole des Langues orientales.

[1] Voir ci-dessous.

[1] On sait que l'Ecole, créée à Rabat par le général Lyautey, met sur le même plan l'enseignement de l'arabe et celui du berbère.

L'HYGIÈNE DU MAROCAIN

I. — Hygiène dans la famille

On peut poser en principe que, de l'enfance à la vieillesse, tout est organisé dans la famille marocaine, quelle que soit d'ailleurs sa place dans la hiérarchie sociale, pour le contage et la propagation de toutes les infections ; l'inconscience la plus absolue règne dans la cité marocaine en ce qui concerne les mesures possibles de prophylaxie ; ce qui est vrai pour la petite collectivité est vrai pour la grande et, d'une extrémité à l'autre de l'empire, c'est l'absolue sérénité dans l'absolue indifférence.

Un génie malfaisant plane déjà dans la maison marocaine et attend l'enfant dès sa naissance : c'est l'hérédité morbide, redoutable quand l'enfant est le résultat d'unions consanguines entre les types de race blanche dans laquelle se sont accumulées des tares telles que l'arthritisme, la syphilis, la tuberculose, neutralisée en partie quand l'enfant est le fruit du concubinage, fréquent dans la maison marocaine, du maître et de l'esclave, de sorte que la race musulmane semble se revivifier sans cesse aux sources plus riches de l'esclavage.

La race noire, dans les agglomérations urbaines, pure ou déjà métissée, altère donc le type primitif de la race des villes et, s'il sauve ce type primitif, s'il l'empêche d'être rayé des cartes ethniques, c'est aux dépens de son intellectualité.

L'accouchement est pratiqué par de vieilles esclaves expérimentées ou des matrones. Les cas de dystocie sont assez rares : la femme musulmane est admirablement constituée pour l'enfantement. Elle est de taille plutôt petite avec un bassin large. Quand le cas de dystocie survient, la coutume qui constitue la meilleure mesure de sauvegarde consiste à prendre le foulard qui entoure la tête de la femme en couches et, moyennant une offrande en argent, à demander qu'il soit attaché à la tige qui supporte au haut des mosquées le pavillon de prières : c'est l'appel suprême à la puissance céleste, maîtresse des corps et des âmes. Si l'appel n'est pas entendu, la patiente meurt, entourée des consolations et des encouragements des siens, mais, en aucun cas, il n'est fait appel à des manœuvres de délivrance, réglées ou non.

Il faut signaler, dans les cas d'accouchements pénibles, l'usage de la graisse de porc à laquelle les femmes arabes attribuent de mirifiques propriétés. Les femmes musulmanes mangent volontiers de la graisse de porc, et elles sont persuadées que les femmes européennes lui doivent la fraîcheur de leur teint. Les femmes juives partagent les mêmes préjugés.

J'ai souvent vu les femmes musulmanes, fatiguées par un long travail, chercher dans le vin le coup de fouet pour de nouveaux efforts. D'une façon générale le vin, dont elles sont très friandes d'ailleurs, en temps normal, est parfaitement accepté. L'accouchement a lieu pour ainsi dire en vase clos : l'accouchée ne change pas de linge pendant huit jours ; l'enfant est essuyé et non lavé, et les infections puerpérales sont rares du fait même de cet isolement, de ce calfeutrage, si l'on peut dire. Mêmes coutumes, mêmes précautions chez les juives.

L'allaitement maternel est la règle. Pour l'alimentation artificielle, les Marocains emploient depuis longtemps tous les modèles de biberons, depuis les plus désuets jusqu'au type « parfait nourricier » ; inutile de dire que le biberon est toujours imparfaitement nettoyé et que les entérites infantiles sont très fréquentes, tant à cause de la mauvaise qualité du lait employé que du défaut de propreté des instruments.

La circoncision est pratiquée entre trois et cinq ans, rarement au delà de cinq ans. Un maalem (maître) est préposé à cette mutilation, qui s'opère à l'aide de ciseaux bien tranchants d'un seul coup, soit dans un marabout, soit dans la cour même de la maison. La plaie est garnie de charpie et, au bout de vingt-quatre heures, on enlève le premier pansement et on fait un lavage avec une infusion de zâtar (thym) ou de louïza (menthe). Il n'y a presque jamais d'accidents consécutifs.

Tant que l'enfant n'a pas franchi les limites du patio familial, il n'est exposé qu'aux contages intérieurs et doit s'adapter à l'hygiène de la maison, déplorable à tous les points de vue.

En cas de maladie, contagieuse ou non, toute la maisonnée s'entasse autour du lit du malade ; les mères ou les esclaves vont faire la cuisine après avoir donné leurs soins sans songer à se laver les mains. Les enfants de la maison s'assoient et jouent sur le lit de l'enfant malade. Il n'y a pas de serviettes ou à peu près pas dans la maison marocaine et très peu de linge de corps de rechange. La même serviette-éponge, quand il y en a une, sert à toute la famille. Il faut arriver aux maisons des grands caïds, des grands féodaux, pour trouver un peu de linge de toilette.

On boit n'importe quelle eau, dans n'importe quel récipient ; les savonnettes traînent dans les coins et elles sont recouvertes de crasse et de pous-

sière. Syphilitiques ou tuberculeux embrassent indifféremment sur la bouche frères, parents ou amis, couchent sur les mêmes nattes, souvent dans les mêmes lits.

Comment l'enfant, en supposant qu'il soit né sain, échapperait-il aux contages venus aussi de l'extérieur par les esclaves qui font l'école buissonnière au dehors, par les grands frères émancipés, parfois même par le père resté coureur et amateur de courtisanes?

Les cabinets abouchés à l'égout restent ouverts, et l'odeur nauséabonde qui s'en dégage se répand un peu partout. Le puits, toujours voisin, reçoit des infiltrations qui en altèrent l'eau. Les femmes se préoccupent fort peu de tenir la maison; elles sont frivoles et oisives et laissent faire les esclaves. Si celles-ci sont propres et ordonnées, ce qui arrive, la maison est bien tenue; sinon c'est le coulage, le désordre et la malpropreté.

Cependant, au premier aspect, dans la bourgeoisie moyenne, surtout, on est frappé par l'apparence de propreté et de méthode qui règne dans les logis. Entrez dans une maison bourgeoise, les murs fraîchement passés à la chaux sont d'une blancheur immaculée, les mosaïques aux teintes vives, où le bleu domine, donnent une impression de fraîcheur et de propreté trompeuses; gardez-vous bien, en effet, de regarder sous les lits ou d'égarer vos pas vers les cuisines ou de demander une serviette pour essuyer vos mains. Il faut vivre un seul jour de la vie des habitants pour s'apercevoir, hélas! que tout n'est qu'apparences.

L'abus du thé, des pâtisseries, des mets épicés, des rapports sexuels, font de la plupart des femmes marocaines des dyspeptiques et des nerveuses.

Chez l'homme du peuple, un autre poison exerce ses ravages, c'est le kif (chanvre du pays venu de Marrakech, Tétouan, etc. Les Marocains le reçoivent en épis. L'épi est raclé sur une table, et les graines qui tombent sont reprises, mélangées et hachées avec de la feuille de tabac grossier du pays. Le tabac sert de combustible). Le kif affole le cœur, obnubile le cerveau. Les fumeurs de kif ne deviennent pas vieux et sont fréquemment sujets à des crises d'asystolie.

Dans la maison marocaine s'introduisent aussi l'opium et des pâtes stupéfiantes préparées par des boutiquiers experts. Les bourgeois et les artisans aisés mangent de l'opium qu'ils achètent en petits pains, tel qu'il est livré dans les drogueries d'Europe, à des négociants européens ou israélites. D'ailleurs, ces derniers ont fini par prendre le vice de leur clientèle. On trouve à Rabat deux sortes de pâtes stupéfiantes; l'une, appelée « maajoun », est composée de semoule et de sucre où l'on incorpore de la muscade, de la cannelle, des grains de kif (d'aucuns y ajoutent de l'opium et de la cantharide), pilés et légèrement grillés. Cette pâte séchée est débitée en petits morceaux rectangulaires.

Sous le nom de « tektéra », on trouve aussi une sorte de beurre solidifié, imprégné de suc de kif, obtenu par une longue macération à chaud en vase hermétiquement clos; tous ces produits sont excitants à petite dose, mais donnent dès qu'on dépasse la limite une ivresse lourde, suivie d'hébétude, qui se dissipe vite dans les débuts, mais qui, à la longue, devient l'état habituel du malade et le rend, dès lors, incapable d'un effort sérieux et lucide.

Comment se soigne-t-on dans la maison marocaine?

Les médicaments internes consistent en plantes médicinales que la vieille médecine andalouse connaît fort bien et dont la tradition a perpétué l'emploi; les principales sont: la scille, la salsepareille, la valériane, le séné, l'armoise.

Les médicaments externes les plus réputés sont: l'oignon que l'on emploie en cataplasmes, le goudron d'arar, le henné, l'écorce de noyer.

Le remède suprême dans les cas désespérés, c'est de se faire porter dans un marabout quand il s'agit d'un musulman, dans une synagogue de quartier s'il s'agit d'un israélite, et d'attendre là la décision d'en haut.

J'ai souvent essayé de faire apporter des médicaments chez les malades déjà isolés de pareille façon, mais ces derniers ne furent pas même entamés; c'est le renoncement complet à tous les moyens terrestres.

Il y a, en somme, trois étapes dans toute médication chez l'indigène marocain. Dans la première étape, on épuise tous les procédés empiriques de la maison, toutes les recettes des vieilles matrones expérimentées, toute la médecine démoniaque ou fétichiste; dans la deuxième, le malade, s'il ne rencontre pas d'opposition trop formelle autour de lui ou s'il a suffisamment d'énergie pour imposer sa volonté, et s'il n'est pas lui-même trop fanatique, fait appel à la science du médecin roumi; dans la troisième, en vertu du vieil adage: « Il n'y a que la foi qui sauve », il se réfugie dans un lieu saint ou s'isole dans une propriété privée s'il est riche et puissant, et s'entoure de personnages maraboutiques qui viennent parfois de très loin et qu'il paie fort cher.

II. — Hygiène dans la cité

L'absence de mesures d'hygiène urbaine due à la négligence et à l'esprit de prévarication des fonctionnaires marocains autant au moins qu'à leur ignorance, certaines habitudes collectives et bien d'autres promiscuités sont les causes premières et

puissantes de la propagation des maladies dans la cité marocaine.

C'est ainsi que nous avons protesté cent fois, mais en vain, auprès des gouverneurs des villes contre la funeste habitude qui consiste à laisser porter et vendre aux enchères, en plein marché, les vêtements ou matériel de literie provenant d'héritages de gens morts même de maladies contagieuses. Une autre habitude nuisible dans le peuple, c'est la manie de se passer de bouche en bouche la cigarette ou la pipe de kif entre barcassiers, entre ouvriers d'un même atelier ou du même chantier.

Dans la cité marocaine grouillent les mendiants, les errants que la faim et la maladie terrassent souvent sous le porche des mosquées, au coin de quelque bâtisse en ruines, ou dans de vieux fondouks. Il y a donc des nids de malades, de véritables foyers d'infection que nulle mesure de salubrité ne vient supprimer et qui constituent, pour certains chroniques, de véritables gîtes hospitaliers.

Signalons, comme des milieux très favorables à la propagation des maladies, certaines collectivités comme les écoles coraniques, les prisons, les fondouks, surtout les fondouks à voyageurs et à caravanes où règne le plus parfait mépris, non pas seulement de l'hygiène, mais de la plus élémentaire propreté.

Il faut parler, cependant, pour être impartial de deux grandes mesures d'hygiène publique: la première s'applique aux maisons; la deuxième, aux gens. La première, c'est l'obligation pour les propriétaires de blanchir à la chaux leurs maisons intus et extra une fois l'an; la deuxième, c'est l'obligation pour toute la famille musulmane, digne de ce nom, de prendre un bain maure au moins toutes les semaines. Toute maison bourgeoise, de moyenne apparence, possède un bain maure qui sert aux besoins de la famille. Parfois, les familles louent un bain public pour une soirée afin d'éviter les promiscuités. Ces bains publics, dont la description nous entraînerait trop loin, ne sont guère luxueux et sont mal entretenus.

Les baigneurs s'allongent sur le sol et attendent la sudation qu'ils activent et entraînent en se versant sur le corps des seaux d'eau chaude puisés dans des piscines où se fait le mélange d'eau chaude et d'eau froide. La température des salles est très élevée, et il n'est pas rare d'observer des congestions cérébrales à la sortie du bain. Tel qu'il est, cependant, le bain maure, au point de vue privé et collectif, constitue un puissant moyen d'hygiène, et les divers services municipaux déjà installés au Maroc ont raison de mettre au premier rang de leurs préoccupations la tenue des bains maures.

Fig. 6. — *Collecte des ordures ménagères à Safi.*

Le soleil qui « cuit » tous les germes, les pluies torrentielles qui désobstruent au moins en partie les égouts et entraînent tous les déchets vers l'Océan, ont été, jusqu'ici, les véritables régulateurs d'hygiène au Maroc.

Dr Mauran,
Sous-directeur de la Santé
et de l'Assistance publique au Maroc.

Dans un mémoire paru en 1911, dans le *Bulletin de la Société de Médecine publique et de Génie sanitaire*, M. E. Kern, ingénieur civil, a exposé dans quelques pages, pleines d'humour, les impressions qu'il avait éprouvées pendant son voyage d'études : *Voyage d'un hygiéniste au Maroc*. M. Kern, qui a bien voulu communiquer à la *Revue générale des Sciences* les clichés qu'il avait recueillis au cours de son voyage, avait particulièrement insisté sur l'absence totale d'hygiène municipale.

L'enlèvement des nuisances est un problème que, jusqu'ici, les djemmaa avaient traité avec indifférence, et, cependant, les clichés de M. Kern nous montrent la collecte des ordures ménagères à Safi (fig. 6), par des procédés peut-être rudimentaires. Mais il ne faut pas oublier qu'hier encore des tombereaux chargés de détritus circulaient à découvert avenue de l'Opéra.

N. D. L. R.

LA BARRE SUR LA COTE ATLANTIQUE DU MAROC

Presque tous les voyageurs qui sont arrivés au Maroc par la côte de l'océan Atlantique ont gardé un mauvais souvenir de la façon dont ils ont débarqué, en passant d'abord du navire qui les amenait sur une embarcation en mouvement, puis en traversant en barque une rade mal abritée. Avant de mettre le pied sur le sol marocain, ils ont fait connaissance avec la barre.

Ce phénomène, qui n'est pas spécial au littoral de l'Afrique, rend souvent difficiles les communications des navires en rade avec la terre; parfois même il les interrompt complètement pendant de longs jours. Aussi la barre a-t-elle beaucoup compliqué, surtout au début, les opérations de ravitaillement du corps expéditionnaire ; elle paralyse les transactions commerciales ; elle augmente dans de fortes proportions la durée de stationnement des navires en rade et par suite le prix du fret; en certains cas, elle oblige le bâtiment de mer à quitter le port sans pouvoir débarquer sa cargaison; elle est pour les marins une source de préoccupations constantes, les forçant à mouiller loin de la côte et parfois à gagner le large en prenant la cape; elle est pour les embarcations un danger permanent et une cause d'usure rapide et d'avaries fréquentes. Elle est donc, surtout en ce moment où aucun abri sérieux n'est encore construit dans les ports, un veritable fléau qui ralentit sensiblement le développement économique du pays.

Fig. 7. — *La barre du Bou-Regreg.*

Dans ces conditions, il semble intéressant d'étudier ce phénomène et d'en préciser la cause.

I

Tout d'abord il importe de bien définir le mot *barre*, qui prête à la confusion parce qu'il peut être pris comme terme maritime dans deux sens très différents.

On appelle barre, surtout sur la côte occidentale de l'Afrique, le déferlement des lames qui se produit le long du rivage. Cette expression donne bien l'idée de l'obstacle que l'on rencontre lorsque, cherchant à débarquer à la côte, on trouve devant soi une ligne continue de brisants qui semble une barrière infranchissable.

D'autre part, le même terme est employé pour désigner l'atterrissement qui se forme à l'embouchure d'un fleuve. Or, sur la côte du Maroc débouchent des cours d'eau qui ont des barres nettement caractérisées, notamment à Larache, à Méhedya, à Rabat (fig. 7) et à Azemmour. Si donc on parle de la barre en un de ces points, il importe de préciser s'il s'agit des brisants produits par le déferlement des lames à la côte, c'est-à-dire de la barre qu'on peut appeler littorale, ou bien si l'on veut désigner le bourrelet d'alluvions qui se trouve au débouché du fleuve en mer, c'est-à-dire de la barre fluviale. La confusion est d'autant plus facile que bien souvent les lames déferlent sur le bourrelet lui-même et qu'ainsi la barre littorale se forme au-dessus de la barre fluviale.

Cette dernière est produite, comme on le sait, d'une part par l'action du courant du fleuve dont la vitesse diminue rapidement au large et qui, de ce fait, dépose ses alluvions, et d'autre part par l'effet des lames qui, remuant les sables du littoral et les portant à la plage, tendent à obstruer toute ouverture le long de la côte.

Ces deux forces agissant sur des matériaux mobiles donnent à la barre une forme caractéristique, plus ou moins stable suivant l'importance de leurs variations.

Quant à la barre littorale, pour en comprendre

la formation, il est nécessaire de rappeler quelques notions théoriques et pratiques sur les vagues de la mer.

II

On a soumis à l'analyse les mouvements que peuvent prendre les molécules d'une masse liquide dans diverses hypothèses qui simplifient les calculs. On a ainsi déterminé les équations des mouvements ondulatoires satisfaisant aux conditions des lois physiques des liquides. On ne démontre pas que ces mouvements sont ceux que le vent tend à produire à la surface de l'eau, mais bien que ce sont ceux que le liquide est par sa nature capable de prendre lorsqu'il est tiré de l'état de repos.

Un des cas soumis au calcul est celui d'une ondulation se propageant dans une eau indéfiniment profonde et étendue. On a trouvé que la lame devait alors se propager suivant un profil trochoïdal. (On sait que la trochoïde est la courbe décrite par le point d'un cercle dont la circonférence roule sur une droite). Dans cette ondulation, chacune des molécules de la masse fluide décrit une orbite circulaire dont le rayon décroît rapidement à partir de la surface. La lame est définie quand on connaît sa hauteur et l'un de ses trois éléments : longueur, durée d'oscillation et vitesse de propagation, éléments unis entre eux par des relations telles que l'un d'eux détermine les deux autres.

On a aussi étudié le cas où la lame se propage dans des eaux de profondeur constante ; chaque molécule décrit alors une orbite elliptique dont la forme dépend de la profondeur à laquelle elle se trouve. Des formules déterminent le rapport des axes de l'ellipse en fonction de la profondeur, puis la vitesse de propagation en fonction de la longueur de la lame et du rapport des axes de l'ellipse. Dans cette hypothèse, un cas particulier intéressant est celui où la longueur de l'ondulation est très grande par rapport à la profondeur, ce qui arrive pour des ondes produites par la marée ou par un tremblement de terre. Le calcul conduit alors à la formule de Lagrange trouvée par une autre méthode.

A l'aide des diverses formules ainsi établies, on a dressé des tables donnant les éléments des lames, et on a fait, au moyen d'appareils à vagues, de nombreuses expériences qui vérifient sensiblement les résultats des calculs.

Si, d'autre part, on observe les vagues de la mer, on constate que l'agitation produite par le vent se présente sous une forme ondulatoire dont la régularité est d'autant plus grande que la direction et l'intensité du vent sont plus constantes et que la région soumise à son influence est plus vaste. On peut considérer comme assez satisfaisant l'accord entre les observations faites en haute mer et les résultats obtenus par le calcul en supposant l'ondulation se propageant dans une eau indéfiniment profonde et étendue. Les vérifications expérimentales sont d'autant plus certaines qu'elles ont été fournies par des observateurs ignorant complètement les lois théoriques. On a constaté en effet que la houle, c'est-à-dire l'ondulation qui se manifeste à la surface de la mer lorsque le vent a cessé, a un profil nettement trochoïdal, et que les vitesses orbitaires des particules liquides, ainsi que les relations entre les trois éléments de la lame : longueur, durée d'oscillation et vitesse de propagation, sont analogues à celles qu'indique la théorie. Lorsque les vagues sont soumises à l'action du vent, elles sont déformées; leur crête, moins arrondie que celle de la houle, est allongée vers l'avant; on les appelle des lames forcées. On observe fréquemment la superposition de la houle et de la lame de vent. Le plus souvent, plusieurs systèmes de vagues existent à la surface de l'océan ; ils sont parfois bien visibles; ils s'entre-croisent et interfèrent.

On ne possède pas de données exactes sur la profondeur à laquelle peut atteindre l'agitation de la mer. Dans les appareils à vagues, le mouvement des molécules est visible au microscope jusqu'à une profondeur égale à environ 350 fois la hauteur de la vague. En mer, on constate que les bancs recouverts de 150 à 200 mètres d'eau sont accusés par un changement dans l'aspect de la lame; il est donc certain que, dans une mer où se propagent de longues ondulations, les particules liquides situées à de grandes profondeur sont encore animées de mouvements sensibles.

Lorsqu'une onde qui s'est propagée librement arrive dans les parages où les fonds sont moins grands, elle se comporte différemment suivant la forme du sol sous-marin au-dessus duquel elle passe. Si les profondeurs vont en décroissant lentement, sa forme s'altère insensiblement, sa force vive s'atténue petit à petit et elle disparaît sans mouvement tumultueux. La configuration de certaines mers, telles que la Manche, se prête à cette usure lente des grandes ondulations. On observe sans doute sur les côtes de la Manche des lames brisantes très violentes; elles sont produites par un vent local. La longue houle de l'océan s'y atténue petit à petit en passant sur des fonds qui décroissent insensiblement depuis les bancs qui se trouvent à l'entrée de la Manche jusqu'aux plages en pente douce qui bordent certaines parties du littoral français ou anglais.

Si l'ondulation vient frapper une paroi verticale, elle se réfléchit; il se produit en avant de la paroi un mouvement spécial de l'eau appelé *clapotis* : dans ce cas, les molécules liquides sont animées d'un

mouvement d'oscillation verticale. Ce phénomène est facile à observer en regardant les petites ondulations qui viennent frapper normalement le mur de quai d'un bassin.

Quand la houle vient battre une falaise rocheuse ou la face extérieure d'une jetée, il se produit des réflexions partielles qui donnent lieu, jusqu'à une certaine distance au large, à un état de la mer appelé *ressac*.

Enfin si la lame rencontre un plan incliné sous-marin dont la pente est telle que le mouvement orbitaire des molécules soit arrêté à une profondeur où il ait encore une notable vitesse, il se forme un *brisant*. On admet, en général, que le déferlement se produit quand l'onde arrive par une profondeur égale au double de sa hauteur; mais, dans certaines conditions de propagation ou de forme de terrain, la lame déferle par des profondeurs bien plus grandes. Il est fort intéressant d'observer le changement d'aspect de l'ondulation depuis son passage au-dessus des grands fonds jusqu'au moment où elle vient briser. A mesure que la profondeur décroît, on voit la lame se contracter; sa longueur diminue et sa vitesse de propagation est ralentie. Le frottement de l'onde sur le fond est de plus en plus sensible; sa réaction sur le navire est plus dure; les vitesses orbitaires des particules à la surface deviennent plus grandes. Lorsque les parties de la lame dont les mouvements orbitaires sont étendus viennent à rencontrer le fond, l'ondulation régulière ne peut plus se propager; le sommet de la crête s'avance en volute et déferle. Après avoir brisé, la lame, dont les dimensions sont amoindries, continue sa course ralentie pour briser encore un peu après par une profondeur plus faible, et ainsi de suite jusqu'au rivage. La puissance des brisants dépend d'une part des dimensions et de la vitesse de l'ondulation en haute mer et d'autre part de la forme du relief sous-marin sur lequel cette ondulation vient frapper.

III

Ces notions générales étant exposées, examinons ce qui se passe sur la côte du Maroc et sur la mer qui la baigne.

La partie Nord-Ouest de l'océan Atlantique, en particulier les parages situés au Sud-Est de l'île de Terre-Neuve, sont parcourus souvent en hiver par des dépressions amenant des tempêtes. Or, lorsque la brise souffle avec force pendant quelque temps dans la même direction, la longueur des vagues augmente, l'agitation des eaux s'étend bien au delà de la zone où règne le vent, et l'ondulation se propage avec une grande vitesse de translation très loin de la région où elle a pris naissance. On observe dans les parages éloignés du coup de vent une houle longue et régulière.

Si la dépression est profonde et étendue, si elle s'avance très lentement, son centre restant quelque temps dans le Nord-Ouest et dans le Nord des Iles Açores, le vent de Nord-Ouest souffle alors dans la même direction plusieurs jours de suite avec une extrême violence. Il en résultera sous le vent des Açores une forte houle dirigée sur le Sud-Est, qui franchira rapidement la distance séparant ce groupe d'îles de la côte du Maroc. Se propageant dans un océan profond sans rencontrer d'obstacle et par suite sans se déformer sensiblement, les lames viendront frapper le rivage africain orienté presque normalement à leur direction et elles déferleront

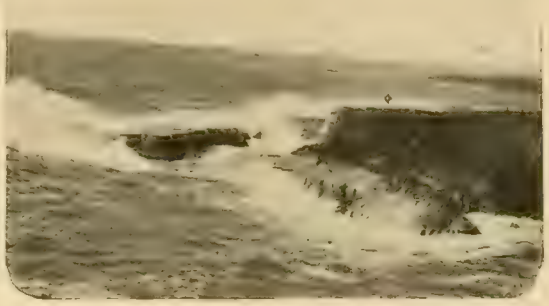


Fig. 8. — *La houle sur les rocs à Fédala.*

sur la partie haute de la grande plage sous-marine à talus relativement raide qui borde la côte. En ce cas, les brisants se formeront à bonne distance du rivage; la barre sera très forte, et on la désigne sous le nom de *raz de marée*, terme impropre, puisque le phénomène ne dépend en aucune façon de la marée.

On peut citer, à titre d'exemple, le raz de marée observé au Maroc le 8 janvier 1913. Si on examine les courbes barométriques indiquant l'état de l'atmosphère au-dessus de l'Océan Atlantique Nord vers cette époque, on voit qu'une vaste dépression, ayant son centre au Nord des Açores par environ 50° de latitude Nord, est restée stationnaire pendant les journées du 6 et du 7 janvier; elle s'est manifestée le 6 janvier par une baisse assez marquée aux observatoires météorologiques de Reykiawick, de Valentia (Irlande) et de Horta (Iles Açores), puis le lendemain par une baisse générale très forte à Reykiawick, forte à Valentia, faible à Ouessant et à la Corogne, avec hausse à Saint-Pierre-Miquelon et avec vent du Nord-Ouest très

frais aux Açores. C'est cette dépression qui a été certainement la cause du raz de marée observé le 8 janvier à Casablanca.

Aussi peut-on dire que l'état de la mer au Maroc dépend le plus souvent du vent qui règne dans la région Nord-Ouest de l'océan Atlantique. La brise locale n'ayant, à ce point de vue, qu'une influence secondaire, on observe souvent sur la côte une mer démontée avec une atmosphère calme. On a là un exemple frappant de la solidarité qui existe entre deux phénomènes géographiques différents se manifestant à plusieurs milliers de kilomètres de distance. Du fait que deux courants aériens se sont rencontrés dans certaines conditions près de Terre-Neuve, il en résulte que, pendant plusieurs jours, le débarquement sera impossible à Casablanca. Toutefois, la houle peut être parfois soulevée par un fort vent du large régnant jusqu'à la côte, à la suite d'une dépression ayant son centre sur le bassin occidental de la mer Méditerranée ; mais les dépressions dont le centre passe à des latitudes aussi basses sont fort rares, et le cas d'une houle soulevée par un vent local doit être considéré comme exceptionnel.

On trouve réunies sur le rivage du Maroc les conditions nécessaires à la formation de forts brisants. D'une part, l'océan qui le baigne est le siège de tempêtes dont les lames se propagent sans obstacle par de grandes profondeurs jusque près de la côte orientée normalement à leur direction, et d'autre part, près de la plage, le talus sous-marin est assez raide pour que la houle garde encore une très grande force vive lorsqu'elle déferle. Il n'est pas rare en hiver, avec une atmosphère calme, de voir des volutes commencer à se former au-dessus des fonds de 20 à 25 mètres. Si, de plus, pendant une période de grosse houle provoquée par une tempête lointaine, le vent du large vient à souffler, les ondulations poussées par la brise locale se transforment en lames forcées dont la vitesse superficielle est notablement accélérée. Le brisant se forme alors par des profondeurs encore plus grandes ; sa puissance destructive est accrue dans de fortes proportions ; la côte est assaillie de vagues furieuses. Le spectacle ne peut plus être contemplé que du rivage, car les navires sont obligés de gagner le large en tenant la cape.

Le raz de marée et les tempêtes sont heureusement exceptionnels ; il y a lieu toutefois d'en tenir le plus grand compte dans les projets concernant les ouvrages extérieurs des ports. On peut dire aussi que l'état de la mer tout à fait calme constitue une exception. En général, l'océan est houleux et les brisants s'étendent à quelque distance au large de la côte. On possède maintenant des statistiques suffisantes pour connaître l'état probable de la barre en chaque port suivant la saison, et par suite pour y prévoir, d'une manière assez précise, les chances de débarquement.

A l'embouchure des fleuves, le phénomène du déferlement des lames est plus compliqué qu'à la côte. L'ondulation, en rencontrant l'exhaussement du fond qui constitue la barre fluviale, se comportera d'une façon bien différente suivant qu'elle se propage dans l'eau douce venant du fleuve ou dans l'eau salée de la mer ; le brisant ne se formera pas de la même manière selon que le courant entrera dans l'embouchure ou qu'il en sortira. Aussi l'accès des fleuves marocains, bien que très étroitement soumis à l'influence de la houle, offre-t-il des conditions spéciales, différentes de celles des autres points du littoral.

Il faut ajouter que, à proximité du rivage, la forme des lames n'est pas la même, suivant que la côte est sableuse ou rocheuse ; dans le premier cas, l'ondulation est assez régulière jusque près de la côte ; dans le second cas, le ressac se fait sentir jusqu'à une certaine distance. C'est pour cette raison que la mer est, en général, plus dure pour les navires au mouillage de Rabat qu'aux mouillages de Larache ou de Méhedya.

IV

On peut se demander s'il est possible de prévoir l'arrivée des raz de marée. Ce résultat pourrait, semble-t-il, être obtenu par une étude approfondie des corrélations qui existent entre l'état de la mer au Maroc et le caractère particulier de certaines dépressions qui passent sur l'océan Atlantique. Si, en effet, on peut affirmer que les raz de marée sont causés par une tempête dans la région nord de cet océan, la réciproque n'est pas vraie ; toutes les fortes dépressions qui passent sur l'Atlantique n'amènent pas nécessairement de grosses houles à la côte africaine. Il faut donc une série d'observations bien suivies pour distinguer le caractère de la dépression qui causera un raz de marée. De plus, il faut avoir connaissance de cette dépression alors qu'elle se trouve encore au centre de l'océan. Or les prévisions météorologiques actuelles ne portent que sur les dépressions ayant déjà franchement atteint l'Europe occidentale. Toutefois, la présence de ces mouvements atmosphériques peut être décelée dans une certaine mesure par la comparaison des observations quotidiennes faites à Reykiawick, Valentia, Ouessant, la Corogne, Horta et Saint-Pierre-Miquelon, ainsi qu'on l'a vu par l'exemple cité plus haut de la dépression du 6 et du 7 janvier 1913. Les observations prises en ces points sont transmises dans la matinée par la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel ; le poste de Casa-

blanca est ainsi immédiatement averti, et il pourrait signaler aux intéressés la présence de la dépression menaçante, lorsqu'on aura mieux étudié, parmi tous les mouvements cycloniques qui traversent l'océan, ceux qui sont réellement dangereux à ce point de vue. Il ne faudrait pas compter actuellement sur les radio-télégrammes des navires en mer pour être renseigné de suite sur l'état du temps rencontré dans l'Atlantique ; car, par le fait de la faible portée de leurs signaux, leurs dépêches ne parviennent en Europe qu'après plusieurs transmissions de navire à navire. De là un retard qui les rend inutilisables pour la prévision directe du temps.

Mais ces renseignements servent à compléter ceux des observatoires pour rédiger les cartes donnant l'état rétrospectif de l'atmosphère dans l'Atlantique. Ces cartes, publiées notamment par la « Deutsche Seewarte » sous le nom d'*Internationaler Dekadenbericht*, constituent des documents extrêmement précieux. Elles servent à comparer les conditions atmosphériques de l'océan avec l'état de la mer observé dans les ports du Maroc. On pourra sans doute, de cette façon, établir la doctrine qui définira le caractère des dépressions produisant les raz de marée et qui permettra par la suite de prévoir l'arrivée de ces dangereux phénomènes.

V

La côte occidentale du Maroc n'offre, comme on le sait, aucun abri naturel important. Certaines inflexions du rivage présentent quelques points où le débarquement est plus ou moins facile par temps maniable. Avant l'établissement du Protectorat français, il y existait six ports ouverts au commerce : Larache, Rabat, Casablanca, Mazagan, Safi et Mogador. Le Gouvernement chérifien les avait aménagés le mieux possible avec les faibles moyens dont il disposait. En dehors de ces villes, quatre autres points : Méhedya, Fédala, Souëira-Quedima et Agadir offrent des facilités de débarquement au moins égales à celles des ports ouverts.

Sur le territoire du Protectorat espagnol, une Société allemande construit actuellement à Larache un port qui peut devenir fort important. Sur la côte du Protectorat français, l'Administration des Travaux publics a concentré toutes les ressources disponibles pour créer à Casablanca un grand port dont le devis des travaux, pour les seuls ouvrages extérieurs de protection, s'élève à la somme de 50 millions de francs. Une Compagnie française construit à ses frais à Fédala un petit port qu'elle compte compléter plus tard par l'installation d'un appontement où les navires accosteraient et seraient partiellement abrités. Partout ailleurs il n'est prévu que des améliorations peu importantes pour faciliter les communications avec la terre des navires mouillés en rade.

Tel est actuellement le programme qui semble adopté pour les ports marocains (voir à ce sujet l'article suivant). De l'étude de la barre, on peut tirer à ce sujet quelques enseignements utiles.

Tout d'abord on peut affirmer, contrairement à ce qui a été dit parfois, qu'il est impossible de créer sur le littoral occidental du Maroc un port qui soit accessible aux navires par tous les temps. Il faudrait, pour dépasser la ligne des brisants qui se forment dans les tempêtes, prévoir des jetées par des profondeurs et à des distances telles que ces ouvrages seraient irréalisables. Quelque puissant que soit l'effort que l'on fasse, les raz de marée rendront impossible en certains cas toute entrée ou sortie des navires.

En second lieu, les raz de marée étant exceptionnels, les conditions de mouillage à la côte sont telles que les navires en rade pourraient faire des opérations de chargement ou de déchargement pendant un très grand nombre de jours d'une façon relativement rapide et économique, si on établissait dans la plupart des ports un abri bien aménagé pour les embarcations avec un matériel approprié de chalands et de remorqueurs. Tous les ports de la côte marocaine répondent à des besoins locaux importants ; aussi réaliserait-on de suite à peu de frais un énorme progrès sur le mauvais état de choses actuel en donnant à chacun de ces organes l'outillage nécessaire pour faire rapidement les opérations en rade. Il n'y a pas, à notre avis, de travail plus urgent à entreprendre. Sur une côte où le débarquement en rade est possible en moyenne trois cents jours par an, et où le mauvais temps est causé le plus souvent, non pas par un vent local, mais par un état de la mer résultant de tempêtes lointaines, il est logique de commencer par créer de petits ports pour la batellerie.

En troisième lieu, si, comme pour Casablanca, on décide de faire un port pour abriter les bâtiments de mer, il faut ne donner à cet établissement que les dimensions strictement nécessaires pour les recevoir, tout en réservant la possibilité d'un développement indéfini dans l'avenir. Lorsqu'on a observé la violence des brisants de la côte, il paraît bien hardi de tracer un port aussi vaste que celui dont le plan a été adopté pour Casablanca et dont la jetée extérieure serait établie par des profondeurs de 20 mètres à haute mer. A un moment donné, cet ouvrage recevra le choc d'une lame qui brisera sur un fond de 20 mètres, choc dont il est difficile d'évaluer la force destructive en la comparant aux efforts supportés par les ouvrages des autres ports. On sait, en effet, que la force vive

d'un brisant s'accroît très rapidement avec sa hauteur, puisque la masse d'eau est plus considérable et que les vitesses orbitaires de ses molécules sont beaucoup plus grandes. On peut se demander s'il est prudent de courir les risques de travaux aussi difficiles, et s'il ne serait pas préférable de limiter plus étroitement l'effort à faire à Casablanca. Est-il opportun de concentrer en ce seul point toutes les ressources disponibles et d'ajourner ainsi la construction d'un port dans la région nord de notre Protectorat, port qui semble immédiatement nécessaire pour faire concurrence à Larache et pour servir de point d'aboutissement au chemin de fer qui, prolongeant les lignes algériennes, doit arriver par la voie la plus courte à l'Océan Atlantique en passant par Taza et Fez?

Enfin, si on examine une carte bathymétrique du littoral marocain, on voit qu'aux abords du Cap Mazagan les courbes de niveau jusqu'au delà des fonds de 100 mètres s'écartent de la côte beaucoup plus que partout ailleurs. Le sol sous-marin forme en ce point un éperon nettement accentué. La ligne de fond de 20 mètres, qui se tient en général à environ 3 kilomètres du rivage, s'éloigne devant l'embouchure de l'Oum-er-Rbia et devant Mazagan jusqu'à 12 kilomètres au large. Il résulte de ce fait qu'un navire qui longe la côte à petite distance trouve dans ces parages, lorsque l'océan est houleux, une mer plus dure qu'ailleurs, et que, par mauvais temps, les brisants s'étendent vers le large à une distance trois ou quatre fois plus grande qu'aux autres points de la côte. De plus, entre la ligne des fonds de 20 mètres et la plage, la pente du sol sous-marin est beaucoup plus douce ; grâce à cette disposition et aussi par suite d'un épi rocheux qui prolonge sous l'eau le cap vers le Nord-Nord-Est, la puissance destructive des lames est, par très gros temps, moins grande devant le port de Mazagan qu'aux autres points de débarquement du littoral. On peut en conclure que les ouvrages à la mer y seront relativement plus faciles à exécuter. Certes, même à Mazagan, les travaux du port présenteront de sérieuses difficultés, mais, par comparaison avec les ports voisins, l'effort des brisants sera moins dangereux sur les jetées.

Telles sont les réflexions que suggère l'étude de la barre au sujet de la question des ports. Il existe peu de pays qui soient, à ce point de vue, aussi déshérités que notre protectorat marocain. Aussi, pour l'établissement de ses ports, est-il nécessaire, plus encore que partout ailleurs, de faire un programme rationnel et bien étudié, puis, une fois ce programme adopté, d'en exécuter les travaux avec des moyens puissants. On sait quelles suites très fâcheuses ont eues les fautes qui ont été commises au cours des dernières années dans les travaux du port de Casablanca et dont on doit attribuer la cause bien moins aux hommes qu'aux circonstances. Avec un adversaire tel que la barre, toute erreur de tactique entraînera les plus graves conséquences. Il faut espérer qu'à l'avenir, connaissant mieux l'obstacle, on prendra les mesures nécessaires pour le surmonter.

J. Renaud,
Directeur d'Hydrographie de la Marine.

LES PORTS DU MAROC

Le programme des travaux maritimes à exécuter au Maroc comprend l'exécution d'un grand port à Casablanca, capable d'abriter les navires du plus fort tirant d'eau, et la construction de petits ports, destinés à recevoir les navires de 2 ou 3 mètres de calaison, ainsi que le matériel de remorqueurs et de barcasses nécessaire pour assurer le transbordement entre les grands navires et la terre.

Les petits ports pour lesquels un aménagement de ce genre est actuellement prévu sont Méhedya-Kénitra, Rabat, Mazagan, Safi, Mogador. Néanmoins, il est probable que la création d'un port important, analogue à celui de Casablanca, s'imposera dans la région Nord, soit à Rabat, soit sur le Sebou (Méhedya-Kénitra), soit même plus au nord, sur la lagune Ez-Zerga, pour desservir le R'arb et la région de Meknès, dont le trafic se dirige actuellement vers Larache.

En même temps que de l'installation des ports proprement dits, on doit se préoccuper de l'éclairage des côtes (phares, fanaux, etc.).

Les ressources nécessaires pour l'exécution de ce programme de travaux ont deux origines.

Pour le port de Casablanca, elles sont demandées à l'emprunt qui vient d'être voté par le Parlement.

Pour les travaux des petits ports, on a recours aux fonds de la Caisse spéciale alimentée, comme on le sait, par une surtaxe de 2 1/2 °/₀ sur les tarifs douaniers.

Cette caisse a été constituée, sous le régime de l'acte d'Algésiras, pour créer des ressources régulières, affectées, sous le contrôle des Puissances, à l'exécution des ouvrages intéressant la navigation et le commerce.

On envisage, en outre, pour certains cas, celui du port de Fédala, par exemple, la cession à des

compagnies qui exécuteront, à leurs frais, les travaux nécessaires.

Nous allons passer sommairement une revue des travaux projetés ou en cours dans les différents ports.

I. — Casablanca

Nous renvoyons à l'article consacré spécialement à ce port (voir ci-après, p. 332).

II. — Méhedya-Kénitra

La barre du Sebou devant Méhedya est franchissable par les navires de 3 mètres de tirant d'eau : il en est de même d'un seuil placé immédiatement en aval de Kénitra.

Le trafic paraît devoir se porter de préférence à Kénitra, où la berge, très accore, constitue un long quai naturel.

Dans le courant de 1913, on a construit, en ce point, des magasins, des bureaux et des locaux pour la douane, et l'on procédera, aussitôt que l'appontement du génie, actuellement en cours, pourra servir à l'accostage des bateaux, à la réfection du petit appontement utilisé actuellement.

Tous ces aménagements sont, à la vérité, de peu d'importance : ils suffisaient au début du Protectorat; Kénitra et Méhedya étaient deux petits centres constituant tout au plus des gîtes d'étape; mais, depuis que les travaux du chemin de fer militaire de Kénitra à Meknès et de Kénitra à Rabat ont été entrepris, et que le Département de la guerre a fait de Kénitra un point de débarquement pour ses matériaux et pour les approvisionnements des troupes stationnées ou en opération dans le R'arb, les Beni Hassen et les régions de Fez et de Meknès, il s'est formé à Kénitra un centre de colonisation qui se développe tous les jours et qui compte actuellement plus de 2.000 habitants. Cette importance va encore s'accroître du fait de la construction très prochaine du chemin de fer de Tanger à Fez. Les travaux de cette ligne, commencée en zone française au point où son tracé coupe le Sebou à Mechra bel Ksiri, seront alimentés en matériaux de toutes sortes (chaux, ciments, bois, fers, traverses, rails, poteaux) par le port du Sebou. Dès lors, les installations faites à Kénitra deviendront insuffisantes; il faudra pourvoir aux besoins de ce port fluvial par l'exécution d'ouvrages en permettant d'abord l'accès aux navires de 6 mètres de tirant d'eau, qui pourront trouver un mouillage naturel dans les fonds du Sebou, et ensuite en facilitant les opérations de débarquement et de commerce par la construction de quais, de terre-pleins et de vastes magasins. Pour la réalisation d'un pareil programme, le Protectorat sera dans l'obligation de faire intervenir une concession de port; on l'envisage dès maintenant.

III. — Rabat

Le petit port de Rabat, exécuté dans le fleuve Bou Regreg, au pied de la Kasbah des Oudaïa, par la maison Krupp, pour les opérations de débarquement du matériel destiné au fort Rottembourg, dont cette société allemande avait entrepris la construction, comporte un môle de 60 mètres de longueur, abritant une darse à barcasses pourvue d'une cale de halage et un quai de 80 mètres de longueur sur 14 mètres de largeur moyenne. Ces

Fig. 9. — *Estacade sur l'Oued, à Rabat.*

ouvrages, devenus très insuffisants (le trafic du port de Rabat étant passé de 30.000 tonnes en 1912 à 90.000 tonnes en 1913), vont être renforcés par les aménagements en cours d'exécution, et qui comprennent :

Un quai de 200 mètres de longueur dirigé parallèlement aux rives de l'oued et ayant à sa base, à marée basse, un tirant d'eau de 3 mètres;

Un quai de 100 mètres de longueur, perpendiculaire au précédent, accostable aux barcasses dès la mi-marée.

Des terre-pleins de plus de 3 hectares de superficie.

Afin de soulager les installations de la rive gauche, la Direction des Travaux publics étudie, en ce moment, la construction d'un quai sur la plage de Salé.

La réalisation de ce programme de travaux en cours ou en projet permettra de parer aux besoins d'un trafic d'au moins 200.000 tonnes.

Pour faire de Rabat un grand port, il faudra rendre l'oued accessible aux navires de fort tirant d'eau, et pour cela améliorer la barre, qui ne laisse passer actuellement, à marée haute, que des na-

vires calant au plus 3m,20. Cette solution nécessiterait la construction, vers le large, d'ouvrages de protection à l'intérieur desquels un chenal serait à entretenir par dragages; elle entraînerait des dépenses qu'une première estimation a permis

Fig. 10. — *Estacade de l'Oued, à Rabat.*

d'évaluer à environ 20 millions. Cette dépense ne paraît pouvoir être immédiatement consentie.

IV. — Fédala

La baie de Fédala est située à environ 20 kilomètres au nord-est de la rade de Casablanca. Elle est en partie protégée contre les houles du nord-ouest par une série d'îlots rocheux; cette défense naturelle rend, dans la baie, les débarquements possibles par gros temps, alors que la rade de Casablanca se trouve consignée.

MM. Hersent et Cie d'abord, la Compagnie franco-marocaine de Fédala ensuite, ont projeté l'aménagement en petit port de cette échancrure de la côte relativement hospitalière, et l'administration de l'Intendance, tant pour soulager le port de Casablanca, par moments débordé par un trafic commercial intense, que pour assurer à toute époque les approvisionnements du corps d'occupation en armes, munitions, vivres et matériel, avec la rapidité et la régularité essentielles à la bonne marche des opérations de guerre, a passé, en juin 1913, avec les industriels et la compagnie précités, un contrat fixant les conditions suivant lesquelles seraient poursuivies, pour le compte du Département de la Guerre, les opérations de débarquement.

Le Gouvernement chérifien vient, à son tour, d'accorder à la Compagnie franco-marocaine de Fédala, pour une période indéterminée, mais avec faculté de rachat à partir du 1er janvier 1929, la concession, sans garantie d'aucune sorte, de la construction et de l'exploitation du port de Fédala.

Aux termes du cahier des charges annexé à la convention de concession, l'aménagement du port doit comporter immédiatement la construction de digues en maçonnerie reliant entre eux et à la terre ferme les deux îlots situés à l'ouest du port, et d'une jetée s'enracinant à l'îlot du large et s'avançant en mer sur 200 mètres, l'établissement de quais à barcasses et de terre-pleins, et le creusement, à la cote 2,50, d'un bassin de 4 hectares de superficie; enfin, l'édification de hangars et magasins et l'installation d'engins de levage. Tous ces ouvrages doivent être réalisés dans un délai de quinze mois.

Le port de Fédala a été ouvert au commerce le 1er mars 1914. Dès cette date, il se trouvait pourvu des bâtiments nécessaires au fonctionnement des services publics.

En raison de la proximité de Casablanca, Fédala ne paraît pas appelé à un grand avenir. Il pourra néanmoins rendre d'appréciables services pendant la période de construction du grand port du Maroc. Cette construction terminée, il conservera un mouvement rémunérateur des dépenses qu'aura entraînées sa construction, grâce aux industries qui se développeront autour de lui (pêcheries[1], briqueteries, etc.) et au commerce d'exportation des produits agricoles des Zenata et des Ziaïda.

V. — Mogador

A Mogador, le port à barcasses et remorqueurs prévu est constitué par deux jetées encadrant une petite anse naturelle avec avant-port à (— 1,50), destiné aux remorqueurs, et darse intérieure à (— 1,00) pour barcasses. Des quais mesurant 130 mètres de longueur et des terre-pleins d'une surface de 10.000 mètres carrés seront établis des deux côtés de la darse.

Le projet, dont le montant s'élève à 1.300.000 fr., a été envoyé à Tanger, où les travaux ont dû être adjugés par le Comité spécial des Travaux publics le 16 mars dernier.

VI. — Mazagan

A Mazagan, le port à barcasses et remorqueurs prévu sera constitué par deux jetées d'abord parallèles, puis se retournant de façon à laisser subsister entre elles une passe de 60 mètres de largeur. Des quais de 150 mètres de longueur seront établis au voisinage du point d'enracinement de la jetée sud. Ils seront longés à l'arrière par des terre-

[1] Sur le rôle du port de Fédala dans le développement de l'industrie des pêches au Maroc, voir plus loin l'article de M. Gruvel (p. 347).

pleins s'étendant jusqu'aux constructions actuelles.

Les fonds existant sur la surface comprise à l'intérieur du port varient de + 1,50 à — 1,50; les embarcations flotteront donc à tout état de marée sur une partie de ladite surface. On procédera, d'ailleurs, au fur et à mesure des besoins, à des dérochements, de manière à étendre la contenance du mouillage toujours praticable.

Fig. 11. — *Rade de Safi.*

Le projet, dont la dépense s'élève à 2.100.000 fr., a été envoyé à Tanger, et les travaux feront l'objet d'une adjudication annoncée pour le 18 avril 1914.

VII. — Safi.

Malgré l'importance croissante du commerce de Safi, la configuration de la côte rend la construction d'un port difficile, et la meilleure solution paraît être l'établissement d'un wharf dépassant la ligne des brisants et permettant de continuer l'acconage des navires en mer, même quand la barre est infranchissable.

Un appontement de ce genre (fig. 12) a été établi en 1909, mais insuffisamment robuste pour résister à la mer, particulièrement dure sur ce point de la côte.

Il a été en partie détruit par les tempêtes en 1910 et 1911. On va en entreprendre la réparation et, en même temps, établir des terre-pleins de capacité suffisante, à son point d'enracinement, et augmenter la surface des magasins.

En outre, on étudie le projet d'un nouvel appontement avec terre-pleins plus étendus. La dépense prévue est de 1.500.000 fr.

Fig. 12. — *Wharf de Safi* (aujourd'hui en partie détruit).

VIII. — Agadir.

Il ne peut être question de donner sur Agadir des précisions de l'ordre de celles qui viennent d'être exposées pour les autres rades marocaines, parce que ce point, le plus méridional de la côte atlantique du Protectorat, n'a été que récemment occupé.

Mais quiconque a vu la rade d'Agadir a été frappé de sa disposition privilégiée à l'abri des vents du Nord qui sont, de beaucoup, les plus fréquents et les plus violents dans ces parages.

D'autre part, la Mission hydrographique du Maroc a acquis la certitude qu'elle se prêtera, mieux que toute autre, à un aménagement. Enfin, sa situation à l'entrée de la plaine du Sous, à proximité du Sahara occidental, qui borde nos possessions de l'Afrique occidentale, indique suffisamment que la rade d'Agadir devra être tôt ou tard pourvue d'un abri, car elle ne saurait, longtemps ainsi, être fermée au commerce maritime.

IX. — Éclairage des côtes du Maroc.

La côte ouest du Maroc ne présente que de faibles inflexions. Il n'y existe pas de bancs au large. La ligne des fonds de 20 mètres y longe d'assez près le rivage, dont on peut s'approcher partout à une distance d'un mille et demi à deux milles, sans risques d'échouage. Les routes de navigation y sont donc très simples. Il suffit, pour les définir, d'une part, de repérer le contour de la côte, en installant sur les points saillants qu'on y rencontre des phares de grande puissance qui serviront à l'atterrissage ; d'autre part, d'établir à proximité immédiate des ports des feux d'intensité secondaire, sur lesquels se dirigeront les navires, une fois l'atterrissage opéré, pour accéder aux passes d'entrée.

On a prévu, en conséquence, les cinq grands phares ci-après, savoir :

A la pointe d'El Hanck, près Casablanca, un phare à éclats blancs groupés par trois chaque quinze secondes (puissance lumineuse : 17.500 becs Carcel) ;

A la pointe de Sidi Bou Hafi, près Mazagan, un phare à éclats réguliers chaque cinq secondes (puissance lumineuse : 25.000 becs Carcel);

Au sommet du cap Cantin, un phare à éclats

Fig. 13. — *Le phare du Cap Spartel.*

blancs groupés par deux chaque dix secondes (puissance lumineuse : 25.000 becs Carcel);

Au sommet du cap Sim, un phare de même type et de même puissance que celui d'El Hanck;

Au sommet du cap Ghir, un phare de même type et de même puissance que celui de Sidi Hafi.

Tous ces phares seront munis d'appareils brûlant par incandescence avec le pétrole avec manchons de 85 millimètres, comme ceux des grands phares de France non pourvus d'appareils électriques.

Le type à éclats blancs groupés par deux chaque dix secondes, adopté pour le cap Cantin, ne se rencontre plus qu'au phare de San Sebastian, près Cadix, à 280 milles environ au Nord. Quant aux phares marocains de même modèle, El Hanck et cap Sim d'une part, Sidi Hafi et cap Ghir de l'autre, ils sont séparés par des distances de 200 milles environ. Il n'existe aucun phare similaire au Sud; au Nord, on ne retrouvera qu'au cap Spartel (fig. 13), à 200 milles de Mazagan, le type à éclats réguliers par cinq secondes, et à Malabata, à 180 milles de Casablanca, le type à trois éclats groupés par quinze secondes. Toute chance de confusion et d'erreur se trouve ainsi évitée.

En tant que feux de port, on établira :

A Méhedya, un feu fixe blanc (80 becs Carcel) près du mât sémaphorique;

A Rabat, un feu à occultations groupées par deux chaque huit secondes (500 becs Carcel) sur la batterie attenante à la Kasbah des Oudaïa;

A Casablanca, un feu à occultations régulières, chaque quatre secondes (80 becs Carcel), près les Roches-Noires;

A Mazagan, un feu à occultations groupées par deux chaque huit secondes, avec secteur blanc, rouge et vert (puissance : 500 becs Carcel), à la Pointe du tombeau, et, en outre, un feu fixe blanc (puissance : 80 becs Carcel), au sud des bâtiments de la Douane;

A Mogador, un feu à occultations régulières (puissance : 80 becs Carcel) sur le bastion Nord-Ouest de la fortification;

Et enfin, à Agadir, un feu fixe blanc (puissance : 80 becs Carcel) sur la falaise, près du point d'accostage des barcasses.

A Safi, on conserverait simplement le feu fixe vert existant à l'extrémité du wharf.

La puissance et la position de ces divers feux ont été déterminées d'après des considérations locales, et de manière à les rendre tous visibles d'assez loin.

La réalisation de ce programme nécessitera une dépense évaluée à 2 millions de francs, qui seront prélevés sur les fonds de la Caisse spéciale. **X.**

LE PORT DE TANGER

NOTES ÉCONOMIQUES

Pour n'être pas exclusivement française, Tanger ne doit pas être considérée par la France comme indifférente et étrangère.

D'abord, la France exercera dans cette ville des pouvoirs politiques et un contrôle administratif, fixés par les traités, comme coparticipante dans cette sorte de protectorat collectif qui va constituer, en somme, le régime de la zone internationale marocaine.

D'autre part, le voisinage de l'Algérie et du Protectorat marocain ne permet pas à la France de se désintéresser de Tanger.

Elle ne saurait être indifférente non plus au rôle mondial que réserve à ce port sa situation sur le détroit de Gibraltar.

Enfin, la France possède d'ores et déjà à Tanger même des intérêts économiques de premier ordre, et le nouveau régime, définissant et limitant seule-

ment sa part d'action politique, lui laissera le champ libre dans la voie de la concurrence économique internationale, où elle tient actuellement le premier rang.

Nous allons successivement développer ces divers points de vue.

I. — Tanger, port marocain.

On a déjà observé que les trois zones découpées par la politique dans le bloc marocain ne correspondent pas à des divisions naturelles; ce sont, pourrait-on dire, trois vases communiquants, trois pièces d'un même appartement, aux portes grandes ouvertes: en sorte que ce qui intéresse l'une des zones ne peut être tout à fait indifférent aux deux autres.

Dans cet ensemble, Tanger est la porte d'entrée européenne, la seule actuellement ouverte sur la Méditerranée latine.

Sans doute, il y a aussi les ports algériens, et lorsque le rail réunira Tanger à Fez, il est probable qu'il sera également achevé de cette dernière ville à Oran ou Nemours.

Fig. 14. — *Vue générale de Tanger.*

S'ensuit-il pour cela que le port de Tanger doive être considéré comme un danger pour ceux de l'Algérie? Nullement, à notre avis : en outre de l'avance considérable prise par ceux-ci, qui peuvent à peine suffire aux besoins d'un trafic sans cesse grandissant, il faut considérer la question des distances, qui détermine sans réplique les zones respectives d'action des différents ports. Or, il y a plus de 500 kilomètres entre Fez et Oran, 350 de Fez à Nemours, 250 à peine de Fez à Tanger.

Nous ne croyons pas davantage à une concurrence fâcheuse faite par Tanger aux ports marocains de la côte atlantique, notamment, à Casablanca.

Ces deux ports, à aucun point de vue, ne peuvent être opposés l'un à l'autre : distants de plus de 300 kilomètres, c'est-à-dire plus éloignés que Bordeaux ne l'est de Nantes, ils sont l'aboutissement de routes absolument différentes, et ne sont même pas situés sur la même mer. Enfin, leurs destinées sont nettement distinctes.

Aussi bien en ce qui concerne les ports de l'Atlantique que ceux de l'Algérie, le rôle de Tanger ne doit pas être considéré sous l'aspect d'une concurrence, mais d'une collaboration. Expliquons-nous :

Dans l'ensemble, le Maroc actuel, comme tout pays neuf, importe plus qu'il n'exporte; mais, d'ores et déjà, la balance des entrées et des sorties varie avec chaque port, suivant les voies de communication qui y aboutissent, la nature de son hinterland, enfin la position du port sur la carte.

Ces données, rapprochées de celles que fournissent les statistiques douanières, permettent de se rendre compte du rôle qui sera probablement dévolu à chaque port, lorsque la situation agricole du Maroc se normalisera, c'est-à-dire lorsque la production s'y développera.

Cette production sera surtout agricole, et peut-être minière, c'est-à-dire comprenant en majorité des produits lourds et relativement pauvres.

Or, sauf, sans doute, Rabat, les ports de la côte atlantique nous semblent devoir être principalement des ports d'exportation, tandis que, très certainement, Tanger restera avant tout un port d'importation.

Dans le graphique ci-joint (fig. 15), nous avons figuré les courbes du trafic pour Tanger, Casablanca et Safi.

Ce dernier port, actuellement le troisième du Maroc pour l'importance du commerce extérieur, est assez caractéristique du type de port d'exportation agricole; les courbes accusent les fluctuations des récoltes, médiocres en 1910, exceptionnellement abondantes en 1911; les deux années suivantes ont été franchement mauvaises, mais, en raison de l'état de la mer et de l'insuffisance des moyens du port, une bonne partie de la récolte de 1911 n'ayant pu sortir qu'en 1912, la hausse de 1911 s'est étalée jusque sur l'année suivante.

Les courbes concernant Casablanca sont moins

nettes, en raison des événements politiques dont a bénéficié ce port depuis 1907 et qui y ont amené un énorme afflux d'importation. Mais c'est là une situation artificielle et temporaire : il nous paraît certain que Casablanca reprendra nettement son caractère naturel de port d'exportation (et il faut le souhaiter, car c'est l'exportation qui enrichit), surtout lorsque les voies de communication y feront converger les produits d'une partie du Maroc.

Au contraire, Tanger n'a cessé d'être, avant tout, une porte *d'entrée*, et les dernières années n'ont fait qu'accentuer ce rôle. L'exportation y est même nettement en baisse ; elle est en effet constituée en majeure partie par les bœufs qui, de plus en plus, sont consommés à l'intérieur du pays : le nombre de têtes exportées, de près de 30.000 en 1911, est tombé à 11.000 en 1912, et le premier trimestre de 1913 n'arrivait plus qu'à 660.

Sans doute, après la construction du chemin de fer Tanger-Fez, l'exportation par Tanger se relèvera-t-elle ; mais nous ne croyons pas qu'il faille beaucoup compter sur ce trafic ; en effet, les produits lourds qui constitueront la grosse exportation marocaine ne sauraient supporter les frais prohibitifs de transport jusqu'à Tanger par chemin de fer, et, n'étant d'autre part ni périssables, ni pressés, ils iront naturellement au port atlantique le plus voisin.

Pour les mêmes raisons, ces ports atlantiques conserveront, à l'importation, le trafic des produits pondéreux venus d'Europe, tels que les matériaux de construction, dont il va se faire sans doute une énorme consommation.

Au contraire, une grande partie des objets fabriqués, des produits délicats et de valeur, que la civilisation européenne aura à fournir au Maroc, pourra passer par Tanger, évitant ainsi les lenteurs et les aléas de la traversée atlantique. Il en sera de même, selon toute vraisemblance, d'une grande partie des voyageurs.

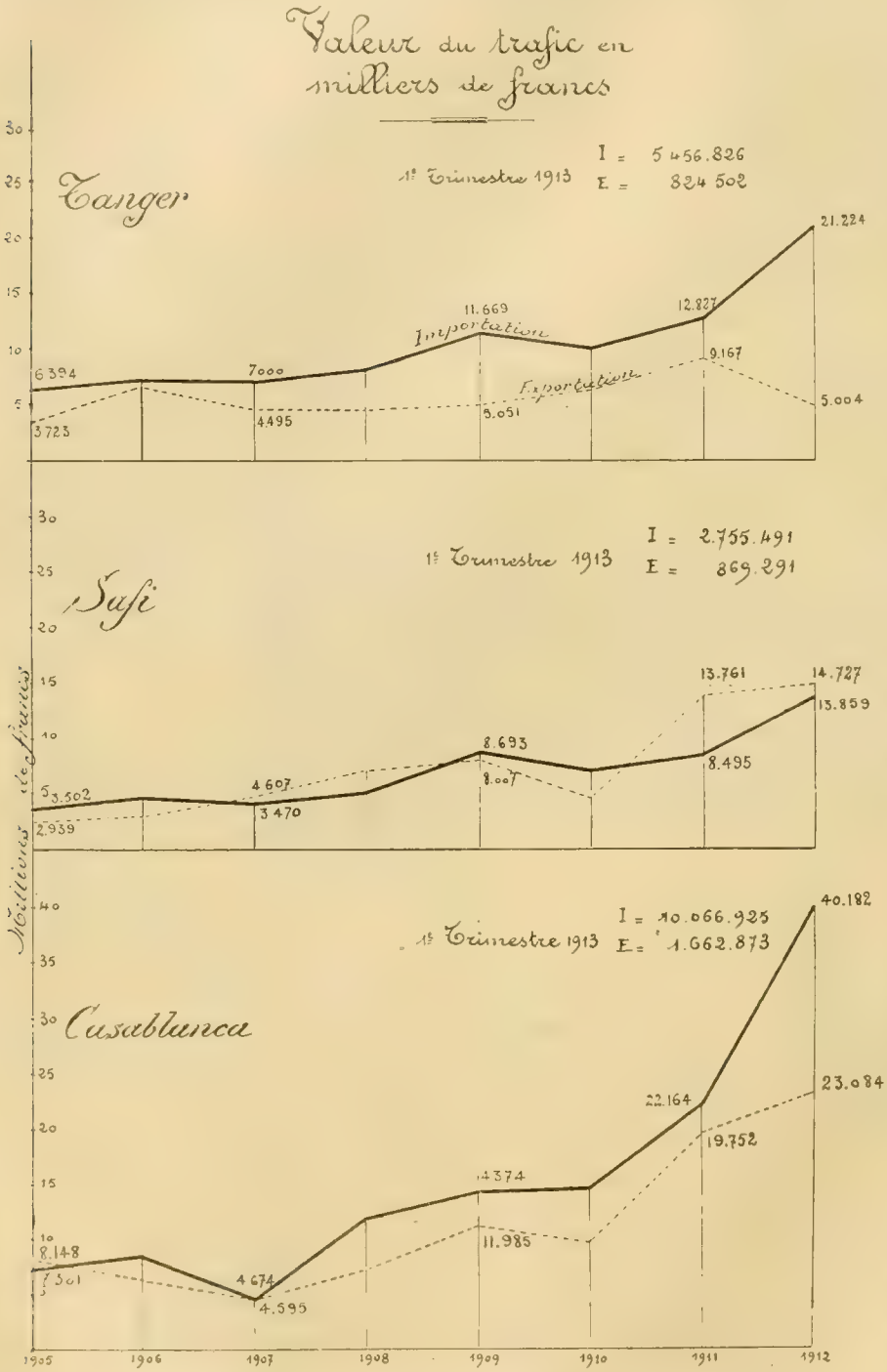


Fig. 15. — *Trafic des ports de Tanger, Safi et Casablanca.*

Tanger, en effet, présente, à ce point de vue, des avantages exceptionnels et d'autant plus précieux que les ports atlantiques ne les offrent pas. Sans insister autrement sur une situation de fait que suffit

Fig. 16. — *Sur rade de Tanger.*

à faire ressortir l'examen de la carte, rappelons que Tanger, située sur une grande route maritime sillonnée de paquebots, est presque quotidiennement reliée à Marseille ou à l'Algérie, par des lignes généralement très sûres et, quotidiennement, à l'Espagne ou Gibraltar, avec une traversée insignifiante. L'accès du port est toujours facile, les opérations n'y sont presque jamais interrompues. Enfin, la construction du port de Tanger peut être menée rapidement, alors que celle des ports atlantiques demandera beaucoup de temps et d'argent : encore leur entrée ne sera peut-être pas toujours sûre.

En matière économique, quelques années de retard sont souvent un mal irréparable ; nous voyons dans Tanger le remède possible au retard inévitable que présentera la mise en exploitation des autres ports marocains.

Ces considérations, d'ailleurs, ne sont pas nouvelles, et, dès 1910, on avait envisagé en France la construction du port de Tanger. L'intérêt de ce port n'a pas échappé non plus à la Commission constituée en 1912 par le Gouvernement français, pour examiner les conditions d'établissement d'ouvrages maritimes sur les côtes du Protectorat marocain : cette Commission a insisté particulièrement sur l'utilité de construire un grand port à Tanger, en outre de celui de Casablanca.

Enfin, la question est déjà, peut-on dire, engagée et résolue puisque la France a convenu, par traité, d'adjuger, en priorité, la construction de la voie ferrée de Tanger à Fez : celle du port en est le corollaire indispensable et est devenue même d'intérêt financier direct pour la Métropole, puisque celle-ci aura à garantir l'exploitation du chemin de fer ; or cette exploitation risquerait fort d'être déficitaire si la ligne n'avait pas d'aboutissement maritime aménagé.

Le port de Tanger, qui peut être rapidement construit, permettra de décongestionner pour employer une expression courante au Maroc) les ports de la côte Ouest : il s'agit d'un coup de lancette, non d'un coup de poignard.

Dans l'avenir, il continuera à recevoir les marchandises *de détail* importées, à destination de l'intérieur et même, en partie, de la côte Ouest.

Il assurera le service des courriers postaux quotidiens avec tout le Maroc, qui, grâce à Tanger, se trouvera plus favorisé à ce point de vue que l'Algérie et la Tunisie [1].

Il sera le port-voyageurs du Maroc, jouant ainsi, pour ce pays, le rôle que remplit actuellement Marseille pour les grandes lignes de navigation qui vont du nord de l'Europe en Extrême-Orient ou sur la côte est d'Afrique : toutes déposent ou prennent dans notre grand port méditerranéen la presque totalité de leurs voyageurs, en leur évitant ains-

Fig. 17. — *La grande mosquée et la rade de Tanger.*
(Cliché de M. E. Gauthronet.)

[1] A ce moment, l'Algérie pourra recevoir également les courriers quotidiens par Tanger-Fez-Oudjda, etc.

les retards, les fatigues et les risques du périple atlantique.

Ce rôle de port de transit marocain, Tanger le joue déjà, du reste, en dépit de l'absence de voies de communication et de la pacification encore incomplète dans le voisinage. Nombreux, surtout l'hiver, sont les colis qui attendent, sur ses quais, soit l'occasion d'une caravane, soit l'embellie sur l'océan, soit le petit vapeur qui pourra franchir les barres; et nous avons vu l'année dernière, à Rabat, des voyageurs gagner Tanger, à dos de mulet, en quatre ou cinq jours de marche à travers une région de sécurité douteuse, pour rejoindre la France, après avoir attendu vainement la possibilité d'un embarquement sur l'océan.

Que sera-ce lorsque Tanger sera reliée par le rail à Fez et à la côte atlantique?

II. — Tanger, port africain et mondial.

Tout a été dit déjà sur la situation vraiment exceptionnelle de Tanger; citons une fois encore les paroles d'un grand géographe[1] : « Comme cette mer entre les terres baigne trois des continents du monde, sur les cinq dont notre globe est fait, la cité qui commande le fleuve océanique par lequel elle communique avec l'océan, Tanger, ville angulaire du continent d'Afrique, vis-à-vis du continent d'Europe, sur la route du continent d'Asie, Tanger n'a guère de rivale sur terre, si elle en a pour l'excellence de son site...

« Tanger, ayant derrière elle toute l'Afrique, autant qu'Alger et que Tunis, et régnant en plus sur l'entrée de la mer verte dans la mer bleue..., pourra aspirer au rang de ville mondiale...; elle occupe évidemment un lieu *souverain* ».

Peut-être le caractère international que la politique a réservé au port de Tanger est-il assez *adéquat* à ce rôle mondial.

Pour préciser, nous envisageons ce port au triple point de vue de porte d'entrée de la Méditerranée, de « plaque tournante » entre deux des plus grandes voies maritimes du Globe, enfin de tête de ligne du futur réseau africain.

D'abord Tanger héritera de la succession commerciale de Gibraltar, que le Gouvernement britannique tend à réduire de plus en plus au rôle de forteresse et de port militaire; et, puisque succession il y a, mieux vaut qu'elle soit dévolue à un port où la France conservera une part d'action et de gros intérêts.

Tanger peut surtout escompter, de ce chef, le ravitaillement des navires en charbon et en eau : Gibraltar, bien qu'ayant cédé à Alger la plus grande partie de son trafic charbonnier, en conserve encore 250.000 tonnes par an, qui, sans doute, ne peuvent aller à ce dernier port. Quant à l'eau potable, elle coûte de 6 à 10 francs la tonne à Gibraltar, privée de ressources à ce point de vue, tandis qu'on peut l'amener facilement à un prix trois ou quatre fois moindre au port de Tanger. Déjà des entreprises de fourniture de charbon et d'eau ont été installées ou sont en voie de création.

Fig. 18. — *La douane de Tanger, à la porte de la Marine.* (Cliché de M. E. Gauthronet.)

Ainsi attirés dans ce port par leurs besoins en charbon et en eau, les navires en prendront le chemin, et y trouveront, sans avoir à se détourner de leur route, un lieu de réapprovisionnement, sans préjudice d'un abri par gros temps.

En second lieu, Tanger, pourvue d'une vaste zone franche, doit devenir un port de transit de premier ordre avec l'Orient : il est inutile d'insister sur ce point.

Enfin ce port peut être le point de départ, européen, pourrions-nous dire, du futur réseau africain, et permettre, après l'adjonction d'un troisième rail aux voies espagnoles, et l'établissement d'un ferry-boat sur le détroit, d'aller sans rompre charge, jusqu'au Caire d'une part, jusqu'au Cap de l'autre, si la traversée du Sahara par terre est reconnue possible.

Il y a plus : la distance qui sépare Dakar de Pernambouc n'est guère que la moitié de la distance du Havre à New-York, et la première route n'offre pas le danger des icebergs ; il n'est peut-être pas absurde de penser qu'un jour la ligne Tanger-

[1] O. Reclus : « Lâchons l'Asie, prenons l'Afrique », p. 118 et suivantes, Paris, 1904.

Dakar sera un des chemins de l'Amérique du Sud, qu'on pourra gagner, en partant de ce dernier port, au moyen d'une traversée de trois jours seulement.

Au point de vue particulièrement français, cette ligne desservirait, vers la Métropole, notre Afrique Occidentale : on a trop tendance, selon nous, à ne considérer le Maroc que comme un prolongement de l'Algérie vers l'Atlantique, oubliant que cette « pierre angulaire du Continent africain » peut être envisagée aussi comme un prolongement de nos Colonies de l'Ouest vers la Méditerranée.

Sans doute, toutes ces réalisations ne sont pas immédiates, et certaines d'entre elles paraîtront chimériques ; mais il faut prévoir longtemps d'avance les possibilités. D'ailleurs la conquête de la Tripolitaine par l'Italie va sans doute mettre au plan de l'actualité la ligne Alger-Le Caire, et l'on sait d'autre part que le transafricain, dont Alger doit être une des têtes de ligne, dont Tanger par Fez peut être l'autre, fait en ce moment l'objet de sérieuses études, entreprises par des hommes éminents.

III. — Tanger, port français.

Qu'on veuille bien croire que ce titre ne cache aucune arrière-pensée de mainmise politique de la France sur Tanger : nous sommes bien placé pour savoir qu'il n'en peut être ainsi ; que la France, liée par des traités, les respectera dans l'esprit comme dans la lettre. Nous voulons simplement dans ce qui suit montrer que, malgré les circonstances politiques intervenues, Tanger est restée, haut la main, au point de vue économique, le second port français du Maroc, Casablanca étant devenu indiscutablement le premier.

Voici, en effet, les statistiques, par port et par zone, du mouvement commercial en 1912 (Tableau I).

Ce tableau montre qu'en 1912 le pourcentage du commerce français à Tanger, voisin de celui constaté à Casablanca, y est supérieur à la moyenne relevée pour l'ensemble de la zone française, et place Tanger immédiatement après Casablanca.

Si, maintenant, on considère la fréquentation maritime, c'est-à-dire le nombre de navires et leur tonnage de jauge, on trouve, en 1912, les chiffres du Tableau II (entrées et sorties réunies).

Ces chiffres font ressortir d'abord combien la situation de Tanger favorise ce port, qui bénéficie, à lui seul, en nombre et en tonnage de navires, à peu près de la moitié de la fréquentation maritime totale du Maroc. Ils montrent aussi que le pavillon français y est représenté, en nombre et en tonnage, beaucoup plus que dans tout autre port marocain, y compris Casablanca.

Tableau I. — *Mouvement commercial du Maroc en 1912, par ports et par zones.*

Ports	Valeur du commerce français en milliers de francs (importation et exportation réunies)	Pourcentage français du commerce total	Rang occupé par la France	Pays occupant les deux premiers rangs
Tanger	10.569	41 %	1	France. Angleterre.
Tétouan	445	17	3	Angleterre. Espagne.
Larache	4.549	22	2	Angleterre. France.
Totaux et moyennes pour la zone espagnole	4.994	20	2	Angleterre. France.
Rabat	3.886	30	2	Angleterre. France.
Casablanca	29.209	46	1	France. Angleterre.
Mazagan	4.193	17	3	Angleterre. Allemagne.
Safi	6.338	22	3	Allemagne. Angleterre.
Mogador	6.305	31	2	Angleterre. France.
Totaux et moyennes pour la zone française	49.931	33	1	France. Angleterre.
Ensemble du Maroc[1]	65.494	34	1	France. Angleterre.

[1] Ports seulement, c'est-à-dire sans compter le commerce par la frontière algérienne.

Tableau II. — *Fréquentation des ports marocains en 1912.*

Ports	Nombre de navires		Tonnage de jauge (en milliers de tonnes)	
	Totaux	Français	Totaux	Français
Tanger	3.448	636	2.966	745
Tétouan	448	56	190	42
Larache	670	40	272	32
Rabat	374	70	231	54
Casablanca	1.098	434	970	508
Mazagan	468	62	430	71
Safi	438	70	376	70
Mogador	374	78	408	85

Voici du reste comment se décomposent les chiffres de Tanger (tableau III, p. 324).

Les chiffres de la dernière colonne caractérisent le mode de fréquentation de chaque port par les navires des différentes nationalités.

Le tonnage moyen des navires espagnols est faible, car il est constitué en grande majorité par les petits vapeurs assurant les services réguliers entre la côte espagnole et le Maroc, et il comprend

TABLEAU III. — *Part des diverses marines dans la fréquentation du port de Tanger.*

NATIONALITÉS	NOMBRE (N)	TONNAGE DE JAUGE (J)	$\frac{J}{N}$
Espagne	1.636 dont 280 voiliers).	532.030 (dont 8.418 pour les voiliers).	330 30)
France	636	744.776	1.175
Hollande	256	742.730	2.900
Angleterre . . .	602	406.086	680
Allemagne . . .	184	406.652	2.200
Divers	184	133.732	725

en outre des petits bateaux de pêche (voiliers). La France est représentée par des vapeurs de moyen tonnage faisant aussi le trafic de la côte Ouest. Le tonnage moyen des navires anglais est réduit par celui des petits vapeurs faisant le service de Gibraltar. Celui des navires hollandais et allemands est relevé par les grands paquebots ne faisant qu'un trafic-voyageurs.

On voit que, comme tonnage total, la France tient la tête à Tanger, suivie de près par la Hollande, mais celle-ci avec beaucoup moins de navires que la France. L'Espagne vient ensuite.

L'importance des intérêts français dans le port de Tanger se manifeste également dans toutes les branches de l'activité économique; ainsi, 55 à 60 °/₀ au moins des terrains sur lesquels se bâtira la nouvelle ville européenne sont entre les mains de sociétés ou propriétaires français ; 25 °/₀ des immeubles européens soumis à la taxe urbaine sont français, et ces proportions tendent à augmenter.

En ce qui concerne la population, sur un total de quarante mille habitants, dont treize mille Européens, la France compte trois mille âmes et n'est dépassée que par l'Espagne; les autres colonies ne venant qu'à grande distance après elle (Angleterre 600, Allemagne 200, etc...). Encore la prépondérance espagnole en nombre n'est-elle pas accompagnée de la prépondérance en chiffre d'affaires, puisqu'à côté des 10.569.000 francs relevés pour le commerce français à Tanger en 1912, l'Espagne n'arrive qu'à 3.383.000 francs, dépassée par l'Angleterre avec 6.696.000 francs et suivie par l'Allemagne avec 1.820.000 francs. On voit à quelle distance de ses concurrentes la France vient en tête à Tanger.

Mentionnons en terminant les institutions importantes que la France possède dans cette ville (Institut Pasteur, hôpital, dispensaire, collège, écoles), les services que ses nationaux y dirigent (douanes, banque d'Etat, travaux publics, etc.), enfin les organismes internationaux dont Tanger est le siège et qui intéressent le Protectorat.

Nous croyons avoir justifié, par ce qui précède, le titre : « Tanger port français », et précisé le sens de cette appellation. Il est clair que les autres nations ont aussi des intérêts dans ce port, et que notamment nombre des considérations que nous avons fait valoir concernant la zone française s'appliqueraient à la zone espagnole. Aussi est-ce en bonne entente avec les autres nations, et tout particulièrement avec l'Espagne, en raison de sa collaboration étroite avec elle dans l'œuvre marocaine, que la France doit développer, et, d'abord, maintenir ses intérêts économiques à Tanger, en respectant sans arrière-pensée les traités signés par elle. Et qu'importe — ceci dit pour répondre à une objection faite — que la prospérité de Tanger fasse l'affaire de nos concurrents, si elle fait aussi et davantage l'affaire de la France? Ce serait une singulière façon de comprendre nos véritables intérêts, notre aptitude à la lutte, enfin notre dignité et notre courtoisie vis-à-vis des autres Puissances,

TABLEAU IV. — *Valeur du trafic total en milliers de francs (importation et exportation réunies).*

PORTS	ANNÉES							
	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Tanger	10.116	14.011	11.496	12.719	16.720	16.450	21.994	26.228
Tétouan. . . .	1.453	1.706	1.356	1.357	1.640	1.739	2.419	2.561
Larache. . . .	9.159	9.814	8.526	12.346	12.744	12.616	13.767	21.008
Rabat.	5.273	6.716	6.119	8.040	7.099	6.917	7.847	13.358
Casablanca . .	15.450	14.076	9.269	19.009	25.759	24.311	41.916	63.266
Mazagan . . .	9.633	7.086	8.417	14.150	16.947	13.279	18.984	25.276
Safi.	6.435	7.785	8.076	11.984	16.699	11.664	22.196	28.567
Mogador . . .	12.732	13.174	11.606	14.335	17.820	14.420	16.998	19.900
Algérie	8.293	10.158	12.063	19.442	17.184	24.347	31.767	21.171

que de tourner le dos à Tanger sous prétexte que nous n'y sommes pas exclusivement les maîtres.

IV. — Trafic actuel du port de Tanger. — Son développement possible.

En terminant cette étude, nous indiquerons le trafic actuel du port de Tanger, le rang qu'il occupe dans l'ensemble des ports marocains, enfin son développement possible.

Le tableau IV montre qu'avant les événements de 1907, Casablanca dépassait peu Tanger (moyenne 1905-1907 : 11.874.000 francs pour Tanger, 12.932.000 francs pour Casablanca).

Tanger reste jusqu'ici, après Casablanca, le second port du Maroc ; il est possible qu'en raison de l'institution des Protectorats français et espagnol, des besoins créés dans les zones correspondantes (tandis que l'essor de Tanger est subordonné à un statut non encore en vigueur, à la construction d'un port et d'un chemin de fer seulement en projet), certains ports de ces zones viennent à dépasser Tanger, momentanément au moins ; il reste ce fait que, à *conditions naturelles égales*, Tanger eût conservé le second et peut-être le premier rang au Maroc, au point de vue de l'importance du trafic.

Le tableau IV fait ressortir la vitalité du port de Tanger ; malgré les circonstances plutôt défavorables qu'il traverse actuellement, au contraire des deux autres zones marocaines, malgré le fléchissement de l'exportation, son trafic s'est accru, de 1905 à 1912, de 160 °/₀, les accroissements correspondants ayant été pour la zone espagnole de 130 °/₀, pour la zone française de 200 °/₀ ; et les chiffres de 1913 vont accuser encore une très forte augmentation.

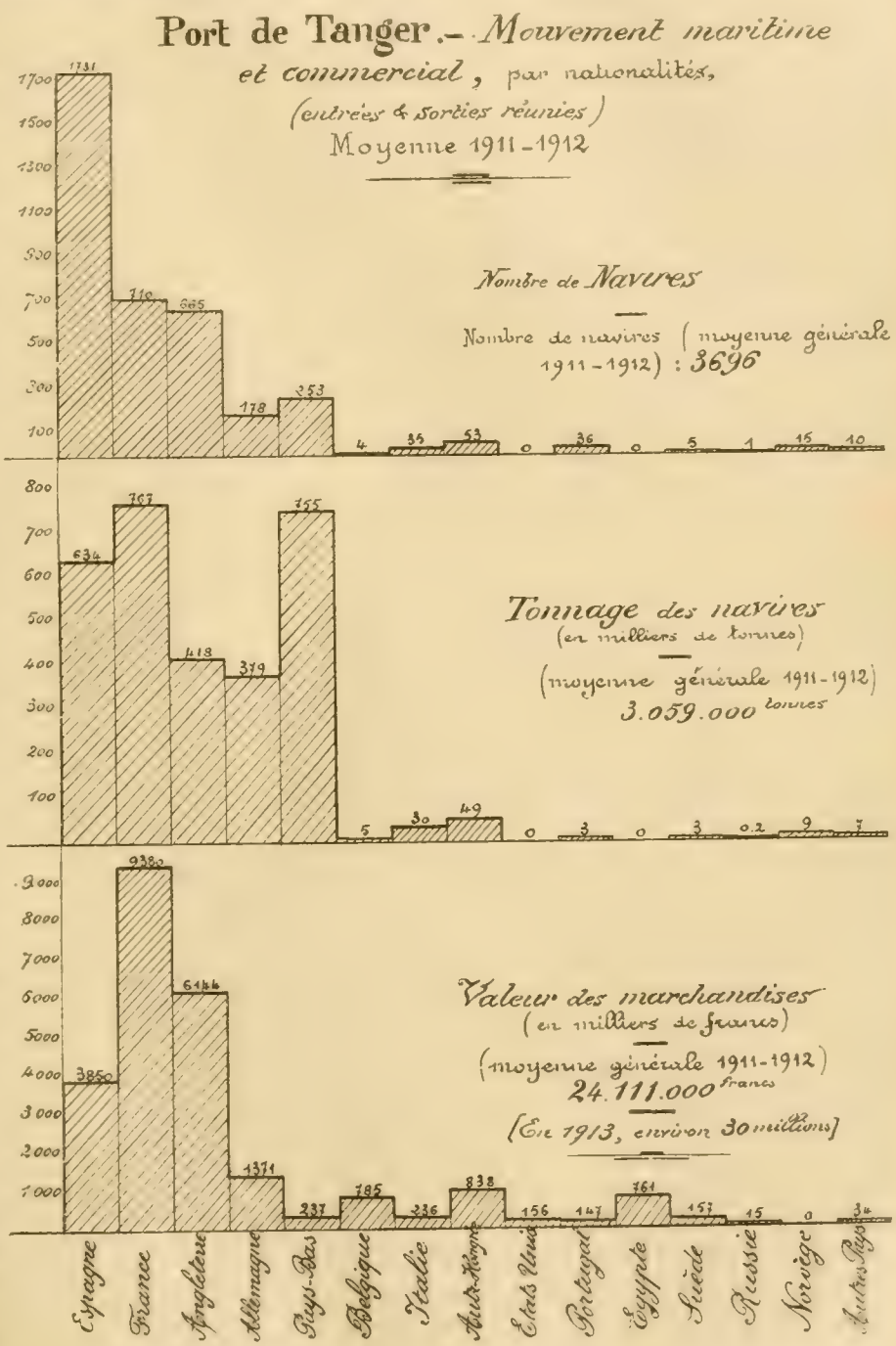


Fig. 19. — *Part des diverses nationalités dans le trafic du port de Tanger.*

Comme point de départ, on peut chiffrer comme suit les caractéristiques du trafic du port de Tanger

en 1912 :

	ENTRÉES ET SORTIES réunies
Nombre de navires	3.500
Tonnage de jauge	3.000.000
Tonnage de marchandises	90.000[1]
Nombre de passagers	30.000

C'est là un début assez modeste, non négligeable cependant. Il paraît certain que les chiffres vont s'accroître immédiatement en raison des besoins des zones française et espagnole, et, notamment, de l'exécution de la ligne de Tanger à Fez; qu'après cette exécution, la hausse s'accentuera très fortement, et qu'enfin, dès la mise en service du port, le trafic mondial, intervenant, viendra s'ajouter au trafic marocain.

Il est impossible de chiffrer avec précision ces perspectives de développement. Aussi nous contenterons-nous de chercher des points de comparaison dans les ports algéro-tunisiens. Le tableau suivant résume les renseignements que nous avons pu nous procurer à cet égard :

PORTS	ANNÉES	ENTRÉES ET SORTIES RÉUNIES — NOMBRE de navires N	TONNAGE de jauge J	TONNAGE des marchandises T
Alger	1838	2.140	160.000	»
	1850	3.200	285.000	479.000
	1900	7.930	6.950.000	1.330.000
	1910	11.956	15.850.000	2.743.000
	1912	12.993	18.414.000	2.995.000
Oran	1838	1.500	100.000	»
	1900	3.920	3.125.000	606.000
	1910	7.220	6.350.000	1.474.000
	1911	8.263	8.357.970	1.869.000
Tunis	1880	1.700	600.000	88.000
	1890	2.155	1.060.000	140.000
	1900	3.360	1.390.000	285.000
	1910	4.440	2.920.000	1.145.000
Sfax	1910	4.413	1.725.000	1.075.000
Ensemble des ports tunisiens	1895	19.180	3.810.000	510.000
	1900	23.505	5.040.000	715.000
	1905	25.516	6.935.000	1.265.000
	1910	24.508	8.300.000	2.600.000

On voit que :

1° Pour le nombre de navires, Tanger équivaut à Alger en 1850; à Oran et à Tunis en 1900;

2° Pour le tonnage de jauge, Tanger équivaut à Oran en 1900 et à Tunis en 1910;

3° Pour le tonnage des marchandises, Tanger se rapproche de Tunis en 1880.

On constate d'autre part que :

1° En ce qui concerne le nombre de navires;

a) Alger a plus que sextuplé et Oran presque sextuplé de 1838 à 1912;

b) De 1900 à 1912, Alger s'est accru de 64 °/₀, de 1900 à 1911, Oran s'est accru de 110 °/₀, et Tunis, de 33 °/₀.

2° En ce qui concerne le tonnage de jauge;

a) Alger a plus que centuplé de 1838 à 1912 et Oran s'est accru dans la proportion de 1 à 80, de 1838 à 1911;

b) Au cours des années 1900-1910, Alger, Oran et Tunis ont plus que doublé, et l'ensemble des ports tunisiens s'est accru de plus de 25 °/₀.

3° En ce qui concerne le tonnage de marchandises :

a) Tunis a plus que triplé de 1880 à 1910;

b) De 1900 à 1912, Alger a plus que doublé; de 1900 à 1911, Oran a triplé; de 1900 à 1910, Tunis et l'ensemble des ports tunisiens ont presque quadruplé, ce qui est dû à l'exploitation des minerais.

V. — Conclusions.

Nous nous garderons bien d'établir des calculs de proportion pour chiffrer le développement du trafic de Tanger; aussi bien les éléments ne sont-ils pas comparables dans les différents ports. Ainsi nous ne comptons guère pour Tanger sur le trafic minier, qui a contribué puissamment au développement des ports tunisiens. Par contre, la situation maritime de Tanger au point de vue de la grande navigation est bien supérieure à celle des ports algériens et tunisiens : ceux-ci sont des ports locaux, Tanger pourra être un port non seulement local et marocain, mais mondial.

Enfin, la douceur merveilleuse de son climat, la beauté de son site, de sa baie, de ses jardins, jointes à sa proximité de la terre européenne, la destinent à devenir une ville de grand tourisme et d'hivernage, autant que de transitaires et de concessionnaires.

Dans l'ensemble, les plus belles espérances sont permises : tous ceux qui sont passés par Tanger et qui, parfois, y étaient venus avec des préventions contre cette « ville internationale » l'ont compris et ont été conquis.

Internationalisation n'implique pas nécessairement stérilité et impuissance, comme d'aucuns le proclament ou veulent le faire croire, sans plus d'examen d'ailleurs.

Pour ne citer qu'un exemple, Shanghaï n'est-il pas un des ports les plus prospères du monde?

D'abord, comme en toutes choses, il y a la manière d'appliquer les principes; nous avons connu ici la plus mauvaise; encore ne fallait-il pas accuser l'internationalisation, mais plutôt l'anarchie, l'absence de toute organisation, de toute autorité, au milieu des pires difficultés politiques, intérieures et extérieures, qui ont été les caractéristiques de cette période.

Et, cependant, malgré tant d'éléments contraires, nous avons vu, au cours de ces six dernières années, se développer considérablement, et Tanger, et les

[1] L'année 1913 dépassera 120.000 tonnes.

intérêts français dans cette ville; ceux-ci sont en progression de plus en plus marquée, malgré l'attirance qu'exerce naturellement sur nos nationaux l'existence de notre Protectorat voisin.

Que sera-ce, lorsque Tanger aura été dotée, en outre de son port et de son chemin de fer, d'une organisation administrative régulière, viable, laissant libre à tous la lice économique, mais comportant, au point de vue politique, des droits et des garanties définies? A la méthode d'obstruction de jadis, où chacun cherchait à empêcher le voisin de créer à son profit des situations de fait, à défaut de droits, succédera nécessairement la politique de collaboration dans l'intérêt commun, sous la poussée de l'opinion publique représentée par une assemblée élue.

Le seul point noir, à notre avis, pourrait être la question financière.

On sait que Tanger, isolée du reste du Maroc, précisément en raison de sa situation unique, par les récents traités, privée ainsi des avantages que ceux-ci ont apportés aux zones voisines, dépossédée du rôle de capitale qu'elle avait joué de fait jusqu'ici et que sa situation naturelle lui eût certainement assignée à tous points de vue, n'a conservé de sa prééminence antérieure que les charges, et n'est restée solidaire du reste du Maroc que pour porter une part, lourde à son budget, des emprunts et des organisations préexistants, bien que ces derniers n'aient guère profité à Tanger et aient surtout abouti, politiquement, à la décapitaliser au profit de ses voisines.

On sait aussi que cette ville va être obligée de pourvoir elle-même à sa sécurité, d'entretenir à ses frais une armée, puisqu'elle n'est pas, comme le reste du pays, protégée par les baïonnettes françaises et espagnoles.

Près de deux millions par an vont être absorbés par ces charges.

On sait enfin que Tanger devra pourvoir non seulement à son outillage, mais aux besoins d'une zone qui, pour bien des raisons, ne lui apportera guère de ressources.

Bref, Tanger, « Protectorat collectif », ne tirera de cette situation que des charges, non compensées par les avantages matériels qu'apportent d'ordinaire avec eux des Protectorats individuels; la formule spéciale qui est imposée à cette ville entraîne pour elle les charges d'une organisation compliquée, exceptionnellement onéreuse, qui ne pèsent pas souvent sur une ville naissante; et peut-on espérer que ses douze Protecteurs lui viendront en aide comme l'eût fait un seul?

D'autre part, ce serait une illusion que de tabler sur un développement trop considérable de l'impôt, déjà fort lourd; le contribuable tangérois supporte en effet, actuellement, une charge comparable à celle qui pèse sur le contribuable français.

Qu'on ne croie pas que nous désirons voir Tanger particulièrement favorisée au point de vue de l'impôt; nous souhaiterions seulement qu'elle ne fût pas plus lourdement imposée que le reste du Maroc et, ainsi, écrasée par les zones plus favorisées; ne serait-ce pas de stricte équité?

Dans ces conditions, il ne faut pas arrêter son développement par une organisation trop rigide, trop complète et trop onéreuse, au début d'un état de choses nouveau encore plein d'inconnu; un bon statut financier et administratif, et, surtout, un statut d'application souple, économique, est ici particulièrement indispensable, pour ne pas rompre un équilibre déjà difficile à réaliser.

Dans cet ordre d'idées, l'organisation administrative et judiciaire devrait être modeste au début, utilisant le plus possible les rouages existants, lesquels se sont — autre avantage — déjà adaptés aux nécessités locales; le développement de cette organisation devra être mené sagement, proportionné aux besoins réels et aussi aux ressources.

Si ces nécessités sont comprises, Tanger, grâce à sa position géographique exceptionnelle (qui seule pouvait et doit la sauver de tant de circonstances hostiles), supportera le poids de sa situation politique spéciale et, tout en assurant à la France, ainsi qu'à l'Espagne, avec une collaboration utile, les garanties qu'exigent leur voisinage et leurs intérêts, deviendra une des cités les plus prospères de l'Afrique du Nord.

Georges Porché,

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Tanger.

---

[1] Depuis la rédaction de ces notes, les intérêts français à Tanger se sont encore développés.

C'est ainsi que deux sociétés françaises viennent d'acquérir, l'une d'un sujet américain, l'autre d'une Société allemande, des terrains très bien situés pour la construction de la ville future; leur surface atteint 45.000 mètres et leur valeur dépasse 5 millions de francs. Actuellement, tous les terrains, sans exception, de la vaste plage en bordure du port futur, et de la zone en arrière, sont français; et l'on peut estimer de 65 à 75 % du total la valeur des lots à bâtir de Tanger aujourd'hui aux mains de nos compatriotes, ce qui, dans l'ensemble, représente plus de 30 millions.

D'autre part, la Société générale vient de succéder, à Tanger, à la Deutsche Orient Bank, seule banque allemande existant jusqu'ici dans cette ville : en sorte qu'aujourd'hui, sauf la Banque d'Espagne, toutes les Sociétés de crédit sont françaises : ce sont, en outre de la Banque d'Etat, dont le président et le directeur sont français, la Compagnie Algérienne, le Crédit Foncier d'Algérie et de Tunisie, la Société Générale, le Crédit Marocain, la Banque Algéro-Tunisienne, la Banque Commerciale du Maroc. Leurs opérations se font en monnaie française, à peu près exclusivement.

La langue française gagne tous les jours du terrain à Tanger.

Mentionnons enfin, parmi les institutions françaises de Tanger, la « Mission scientifique » qui, depuis de nombreuses années déjà, poursuit des études de sociologie, d'histoire, de langue et d'épigraphie marocaines, et publie une savante revue, *les Archives marocaines*.

LE PORT DE TANGER

NOTES TECHNIQUES [1]

I. — Situation locale.

Tanger est située à l'extrémité ouest d'une vaste baie demi-elliptique, ouverte au Nord-Ouest, dont le grand axe, « Tanger-Pointe Malabata », a une longueur d'environ 6 kilomètres ; le demi petit axe, c'est-à-dire la largeur maximum de la baie) mesurant près de 2 kilomètres et demi.

II. — Vents et houle.

Cette baie, où les profondeurs dépassent 25 mètres au-dessous des basses mers, est abritée de la grande houle de l'Atlantique par le Cap Spartel, situé à 10 kilomètres à l'Ouest, et par les petits promontoires qu'on rencontre entre ce cap et Tanger; cette houle n'arrive donc, par le Détroit de Gibraltar, que très affaiblie, ayant rencontré toutes ces saillies, et en dernier lieu l'épi rocheux qui prolonge la pointe de la Casbah jusque sous les fonds de 10 mètres, ce qui achève de l'amortir : on peut dire que le port de Tanger tourne le dos à la houle atlantique, ce fléau du Maroc.

La houle de la Méditerranée, toujours beaucoup moins forte et moins fréquente que celle de l'Atlantique, doit contourner la Pointe Malabata avant de pénétrer dans la baie de Tanger par l'Est.

Du côté du Nord, où la baie est grande ouverte, la terre d'Espagne n'est qu'à une trentaine de kilomètres: aussi la mer ne peut-elle se lever, de cette direction, comme elle le fait sur la côte Ouest, ouverte en grand sur l'Atlantique et n'ayant, en face d'elle, d'autre terre que l'Amérique, à plus de 6.000 kilomètres.

Il n'y a pas, à proprement parler, de vent dominant en rade de Tanger: ce qu'on peut dire, c'est que ceux du Sud-Ouest au Nord-Ouest sont plus fréquents en hiver et ceux du Nord-Est à l'Est plus fréquents en été. Le tableau I indique, du reste, leur fréquence.

Les vents du Sud-Ouest, assez fréquents, causent peu d'agitation dans la baie, qui est abritée de ce côté. Quant aux vents du Nord-Ouest, qui soufflent parfois avec violence, et donnent alors une mer assez dure, ils sont rares et de courte durée; ils succèdent en général aux fortes brises du Sud-Ouest, en diminuant progressivement d'intensité.

Les vents du Nord, d'ailleurs plus rares, sont peu violents.

Les vents d'Est et du Nord-Est sont au contraire assez fréquents, surtout pendant la belle saison, et soufflent souvent avec une grande violence ; mais, en raison de la configuration de la baie, ils ne peuvent soulever dans celle-ci une véritable houle ; ils produisent seulement des lames courtes qui rendent parfois difficiles et, très exceptionnellement, impossibles, les communications, par embarcation, avec la terre, et obligent les navires ancrés dans la rade à surveiller leurs chaînes; mais ils n'offriraient aucun danger grave pour les jetées de défense d'un port, convenablement établies. Ce « levante », comme on l'appelle à Tanger, y est caractéristique et constitue le seul désagrément d'un climat qui serait, sans cet inconvénient, d'ailleurs véniel, idéal: il souffle par séries de trois, six et même neuf jours, et rappelle beaucoup le mistral ; il

Tableau I. — *Fréquence des vents dans le port de Tanger.*

	Nombre de jours												
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyenne annuelle
Nord	8	6	3	4	9	8	11	4	10	10	11	7	8
Nord-Est	5	7	8	9	11	15	11	10	7	10	15	9	10
Est	23	24	26	7	18	18	26	31	26	12	17	13	20
Sud-Est	3	5	3	2	1	0	0	0	3	2	3	2	2
Sud	1	1	5	3	0	1	5	6	4	5	1	1	3
Sud-Ouest	20	18	18	24	13	12	9	8	13	19	12	30	16
Ouest	32	25	27	38	28	36	26	28	22	27	25	26	28
Nord-Ouest	8	14	10	13	20	10	12	13	15	15	15	12	13

[1] Voir ci-dessus les « notes économiques ».

s'annonce généralement par une brume du côté de l'Espagne, se lève le matin, augmente d'intensité le soir et souvent pendant toute la nuit, avec quelques accalmies au début de la matinée. Sa direction la plus fréquente est l'Est-Nord-Est.

En résumé, les navires entrant dans la baie de Tanger n'ont guère à craindre que les dernières ondes, déviées et très atténuées, de la houle atlantique, dont la levée n'atteindrait jamais 3 mètres, au dire des navigateurs, alors qu'elle dépasse 10 et 11 mètres sur la côte ouest; quant à la baie elle-même, elle ne présente guère que le clapotis, souvent gênant mais non dangereux, produit par les vents d'Est.

III. — Courants[1].

En dehors du courant général du large, qui court de l'Ouest à l'Est, les courants de la rade sont à peu près uniquement dus à la marée, le flot portant à l'Ouest, et le jusant à l'Est; en raison du contre-courant qu'amène près de la côte le mouvement général dans le détroit, le jusant est toujours, sauf par vent d'Est, un peu plus fort que le flot.

Ce dernier, qui entre par la Pointe Malabata, se fait sentir seulement près de terre et vient sortir au Nord de la Ville; il s'établit deux heures après la basse mer, atteint son maximum au moment de la pleine mer, et finit deux heures après; il occasionne souvent, en rade, même par beau temps, un peu de levée, qui tombe avec la marée descendante. Il revient ensuite vers l'Est en s'étalant.

Suivant certains navigateurs, la vitesse des courants, variable avec les vents régnants, n'atteindrait pas un nœud, et dépasserait rarement un demi-nœud; suivant d'autres[2], cette vitesse atteindrait, par syzygie, 3 à 4 nœuds au nord de la ville, 2 nœuds à Malabata et un nœud et demi sur la Roche-Bourée.

De toute façon, il n'apparaît pas que les courants de la baie de Tanger exercent une action importante sur les conditions d'établissement d'un port ou sur celles du mouillage des navires.

IV. — Marées.

Elles sont assez régulières; l'onde diurne est de peu d'amplitude. La pleine mer a lieu, aux époques de pleine et nouvelle lune, à 1 h. 50. L'unité de hauteur est d'un peu plus d'un mètre, et le marnage maximum un peu inférieur à $2^{m},50$ en vives eaux.

[1] Beaucoup de ces renseignements sont empruntés au Rapport de la Commission des Ports, constituée en 1912 pour l'étude des côtes marocaines en vue de l'établissement d'ouvrages maritimes.

[2] Rapport de la Commission des Ports.

V. — Fonds.

Le fond de la baie de Tanger est assez régulier; se relevant dans le prolongement de la pointe de la Casbah, signalée plus haut, où les profondeurs de 10 mètres au-dessous du zéro ne sont atteintes qu'à 1 kilomètre du rivage, il va en se creusant vers l'Est, où la courbe de 10 mètres se rapproche jusqu'à 400 mètres de terre.

Jusqu'à ces derniers temps, d'après les indications données par les cartes hydrographiques, qui ne comportent pas de sondages dans le sol, on pensait que, sauf dans le voisinage du port actuel, où l'on rencontre de la vase, le sol marin était constitué par un rocher assez tendre recouvert de sable ou de gravier, soit pur, soit mélangé de vase, ce rocher se relevant en divers points (Epi de la Casbah, Roche-Bourée, Basse Khandouri) pour créer des plateaux assez gênants pour les navigateurs. Quant à l'épaisseur du sable, on pensait qu'elle ne dépassait pas un à deux mètres au maximum.

Les sondages qu'exécute en ce moment le Service des Travaux publics, en vue de l'étude définitive d'un projet de port, paraissent devoir modifier profondément ces idées. Les 30 forages pratiqués, dont quelques-uns jusqu'à la cote — 11,00, accusent, presque partout, au-dessous d'une couche de sable et de vase de $0^{m},50$ à 1 mètre d'épaisseur, des bancs de marne et de schiste récents, qu'on peut facilement désagréger et enlever au jet hydraulique ou à la cuillère, et qu'il serait possible de draguer; les rochers rencontrés dans la baie, et qui sont posés probablement sur cette couche, ne constitueraient donc que des accidents locaux et non des émergences du substratum général.

Ces nouvelles données seraient de nature à changer, dans une certaine mesure, la conception du port.

En présence du prix prohibitif des dérochements qu'on croyait nécessaires, on pensait en effet jusqu'ici qu'il faudrait aller chercher les fonds naturels pour y établir les quais, c'est-à-dire conquérir de grandes surfaces de terrains sur la mer en avant du rivage actuel. On peut maintenant envisager le creusement des bassins par dragages.

Toutefois, on devra prévoir encore une étendue assez importante de terre-pleins, tant pour donner au port et à l'extension de la ville les surfaces nécessaires, que pour créer des terrains qui constitueront un des gages financiers de l'entreprise.

Mais on pourra arrêter ces conquêtes de terrains aux limites qu'imposeront ces deux dernières considérations, et, par conséquent, réduire les dépenses d'abord envisagées pour la construction du port.

Au centre et à l'Est de la baie, le rivage est con-

stitué par un sable siliceux pur qui se relève en dunes et qui menace d'envahir, si l'on n'y prend garde, des surfaces très intéressantes pour la construction de la ville future.

Diverses hypothèses ont été émises sur la provenance de ce sable, car on ne rencontre pas, dans les alentours, de rochers dont la désagrégation ait pu lui donner naissance.

La plus vraisemblable a été émise par M. Nouailhac-Pioch, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, lorsqu'il est venu en 1912 effectuer au Maroc des reconnaissances de tracés de chemins de fer : d'après lui, ce sable proviendrait de l'immense plage de Jérémias, située sur la côte atlantique, au sud du Cap Spartel ; il serait amené par les courants, resterait accroché au fond de la baie, du côté de la Pointe Malabata, puis, arrêté par cette pointe, serait relevé par la mer et les vents, enfin repris par le « levante » qui le rabattrait vers la ville. La même explication pourrait peut-être s'appliquer à la plage de Tarifa, située en face de Tanger.

Quoi qu'il en soit, il résulterait de l'ensemble des constatations faites, et notamment de la comparaison de plans de sondages exécutés à plusieurs années d'intervalle, que les variations du sol au fond de la baie sont très peu sensibles, même par les plus grandes agitations, et que, sous réserve des modifications de régime que pourrait amener la construction d'ouvrages maritimes, il n'y a pas lieu de s'en préoccuper à ce point de vue.

On peut, d'autre part, espérer que la construction des terre-pleins du port sera pour le rivage voisin un facteur important de préservation contre l'envahissement par les dunes, et que cette construction pourra se faire économiquement en employant précisément le sable, soit qu'on le drague à l'Est de la baie, soit qu'on le prenne sur le rivage : ce qui permettrait, du même coup, de dégager et de niveler les terrains à bâtir.

Au point de vue nautique, on peut dire que le mouillage offert aux navires par la baie de Tanger est très satisfaisant ; il est même excellent dans la partie de la rade fréquentée par les gros navires, où l'on rencontre une vase très adhérente, d'une tenue parfaite.

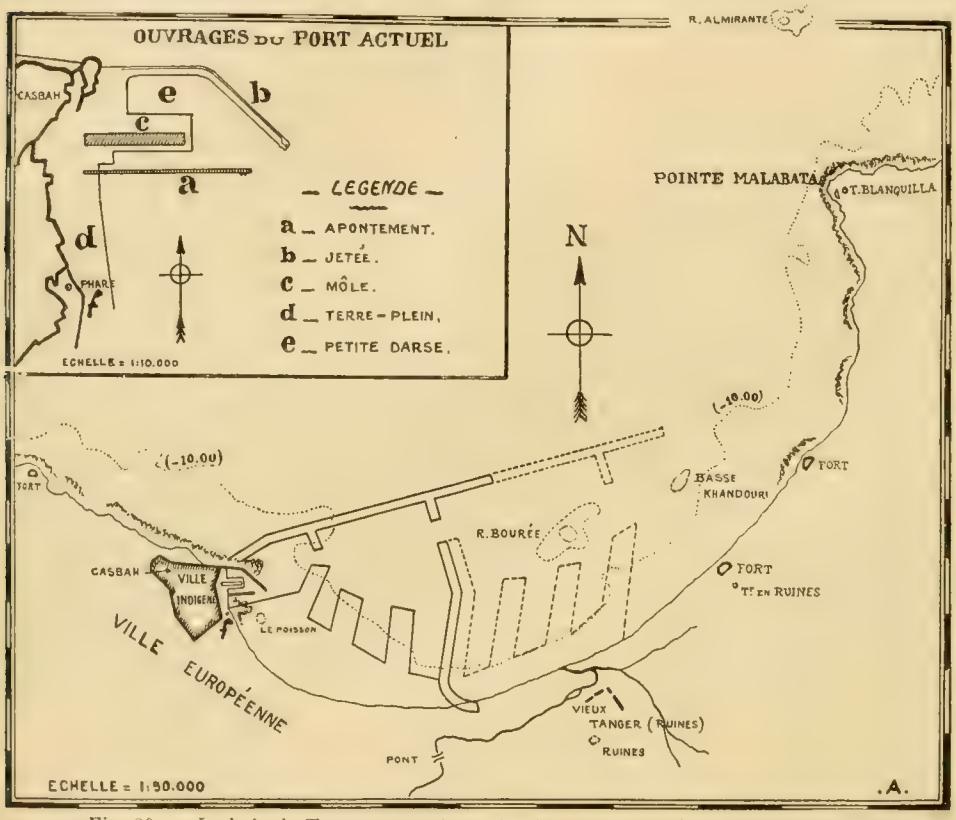


Fig. 20. — *La baie de Tanger, avec le projet de port proposé par la Commission.*

VI. — Ouvrages actuels du port.

Sans remonter jusqu'au môle anglais construit il y a près de trois siècles et dont les substructions subsistent encore, on peut dire que, jusqu'en 1908, le seul ouvrage du port de Tanger était un appontement en bois d'environ 300 mètres de longueur (*a* du plan, fig. 20), muni de voies ferrées ; cet ouvrage, partant de la Douane, aboutissait à peu près aux fonds de 2 mètres au-dessous des basses mers. L'appontement était muni d'un petit feu à son extrémité. Il a rendu et rend encore les plus grands services pour le débarquement des passagers et des marchandises.

De 1906 à 1908, une Compagnie allemande a exécuté à Tanger environ deux millions de travaux, comprenant l'exécution d'une petite jetée (*b*), assise sur l'épi rocheux dont nous avons parlé plus haut et présentant une longueur totale de près de 350 mètres, d'un môle (*c*) de 100 mètres de longueur sur 60 mètres de largeur, d'un magasin de 160 mètres × 20 mètres, enfin de terre-pleins en arrière (*d*).

L'entreprise a également approfondi jusqu'à 1m,50 au-dessous du zéro une partie de la petite darse (*e*) constituée entre la jetée et le terre-plein ; puis, en 1909, elle a complété ses travaux par l'exécution, à l'est des premières installations, d'un terre-plein d'environ 250 mètres de longueur sur 60 mètres de largeur moyenne.

Par contre, le mauvais état du vieil appontement en bois a obligé de le rescinder sur une cinquantaine de mètres, et de supprimer le feu d'extrémité, d'ailleurs devenu inutile en raison de l'installation d'un petit phare sur le musoir de la jetée allemande.

Mentionnons enfin le feu de direction (*f*) établi sur les remparts de la ville et entretenu par la Commission internationale du phare du cap Spartel, et deux bouées à cloche établies par le Service des Travaux publics, l'une à l'extrémité de l'épi rocheux, l'autre sur la basse Almirante, un peu au nord de Malabata.

Les navires mouillent en rade à des distances variables suivant leur tirant d'eau et l'état de la mer.

Les communications des voyageurs et marchandises avec la terre s'effectuent, comme pour tous les ports du Maroc, au moyen d'embarcations pour les premiers, des barcasses de la douane pour les secondes.

Ces barcasses, grands chalands non pontés, pouvant porter 15 à 20 tonnes, ont en général 15 mètres de longueur, 3m,50 de largeur, 0m,40 à 0m,50 de tirant d'eau à vide et 1m,10 à pleine charge. Lorsqu'elles ne sont pas remorquées, elles comportent un équipage de six à sept marins, plus un patron.

L'acconage ainsi assuré constitue un monopole d'État, dont l'exercice est actuellement délégué au Service du Contrôle de la Dette.

Avec des installations aussi rudimentaires, le prix de l'embarquement et du débarquement des voyageurs et des marchandises est extrêmement élevé : il peut atteindre pour celles-ci de 8 à 10 francs par tonne ; quant aux voyageurs, ils sont généralement exploités plus que de raison par une multitude de petites barques qui viennent s'abattre comme une nuée de sauterelles sur les flancs du navire ; il existe bien des tarifs officiels, variables d'ailleurs avec l'état de la mer, mais ils sont le plus souvent inconnus des intéressés.

VII. — Conditions générales de l'établissement d'un port a Tanger.

Nous ne pouvons, pour le moment, sortir des généralités : la question du port de Tanger est en effet encore dans la période des pourparlers, au point de vue technique aussi bien qu'au point de vue financier. Beaucoup de projets ont déjà été étudiés, par la Commission des Ports, par le Service des Travaux publics, par des sociétés ou des particuliers.

Mais presque toutes les solutions présentent des caractères communs et nécessaires que nous allons dégager, le reste étant affaire de détail.

Au point de vue technique, le port de Tanger comportera obligatoirement une grande jetée s'enracinant au voisinage de la jetée actuelle et se recourbant vers la direction Est-Nord-Est, de manière à se tenir, à son extrémité, dans les fonds de 10 à 15 mètres. La longueur à assigner à cette jetée, qu'on pourra d'ailleurs prolonger plus tard, ne dépend que de l'extension qu'on voudra donner au port.

La baie ainsi fermée à l'Ouest et au Nord, il sera nécessaire d'établir une traverse, orientée sensiblement Nord-Sud, qui rejoindra la grande jetée, vers son extrémité, et présentera une passe pour l'entrée. Le point d'enracinement de cette traverse variera également suivant l'étendue à donner au port, mais il y a intérêt à ne pas trop le reculer vers l'Est, afin de ne pas donner au bassin abrité une trop grande étendue, ce qui permettrait au clapotis de s'y former, par vent d'Est ; en sorte qu'on peut diviser la construction du port en phases, comportant l'exécution de compartiments successifs, sans craindre d'être conduit à des travaux destinés à devenir par la suite inutiles.

La passe, ouverte vers l'Est, serait établie par les fonds de 10 à 12 mètres et protégée par une avancée de la grande jetée[1].

Ainsi donc, une grande jetée, à l'Ouest et au Nord, une traverse avec passe à l'Est, et des terre-pleins conquis sur la mer, tel est le schéma de tout projet de port à Tanger.

On pourra faire varier les longueurs, les surfaces et les orientations, notamment suivant l'importance qu'on voudra donner à la première phase des travaux et suivant la manière dont on comprendra leur extension future.

Il est indispensable, en tout cas, de prévoir cette extension. Le port de Tanger, d'un trafic actuel déjà intéressant, est sans doute appelé à un gros développement : il faut concilier les nécessités financières du présent, qui obligent à restreindre l'importance des premiers travaux, avec les perspectives d'extension future. Il faut aussi, pour tenir compte du rôle mondial de ce port, lui permettre

[1] Sur le plan ci-joint, nous avons donné, à titre de simple indication, le projet préconisé par la Commission des Ports, et son extension possible ; mais comme ce projet correspond, pour la première phase, à une dépense de 80 millions, il devra être modifié de manière à réduire cette dépense initiale à 20 ou 30 millions au grand maximum.

de recevoir les grands navires. Aussi le bassin d'opérations devra-t-il présenter, avec des profondeurs suffisantes, une surface nécessaire pour permettre les évolutions; nous pensons qu'il faut pouvoir inscrire dans ce bassin un cercle de 600 mètres de rayon, par fonds de (— 8 mètres) et — 10 mètres).

Quant aux quais, pour la même raison, ils devront, sur une partie au moins de leur longueur, offrir ces mêmes profondeurs, de manière à permettre l'accostage et les opérations à quai, qui sont les principales sources de recettes.

Mais le développement des quais, aussi bien que celui des môles, à l'intérieur du bassin, pourra n'être réalisé que progressivement, au fur et à mesure des besoins. Nous pensons qu'au début il suffira d'établir 6 à 800 mètres de quais, au maximum, de manière à satisfaire à un trafic de 300 à 400.000 tonnes par an.

Enfin, lorsque le bassin sera devenu insuffisant, on allongera la grande jetée et on établira une seconde traverse, de manière à réaliser un avant-port à l'est de ce bassin. La configuration des lieux, avec un projet sagement conçu, permettrait facilement l'extension du port de Tanger, de manière à satisfaire un jour à un trafic annuel de plusieurs millions de tonnes.

Sur les terre-pleins, en dehors des zones nécessaires à l'exploitation du port et aux installations du chemin de fer de Tanger à Fez, on devra réserver des surfaces pour l'établissement de magasins généraux et probablement d'une zone franche; on devra aussi munir ces terre-pleins d'un outillage perfectionné pour la manutention et l'emmagasinement des marchandises.

Il ne faudra pas perdre de vue la possibilité d'un accostage de ferry-boat.

Enfin, les terre-pleins du port devront être séparés de la ville par un large boulevard planté.

De cette esquisse, se dégage la préoccupation d'assurer au port de Tanger des recettes suffisantes : c'est que, en l'espèce, on est obligé d'envisager l'affaire comme une exploitation industrielle, puisque Tanger, livrée à ses seules ressources, ne pourrait subvenir à la dépense de construction de son port. La solution qui s'impose dans le cas actuel est de procéder par voie de concession, comme on l'a fait autrefois pour les ports tunisiens, comme on le fait maintenant pour les ports ottomans.

La principale difficulté financière réside dans l'absence de garantie d'intérêts, ce qui alourdit beaucoup l'affaire. Il serait bien souhaitable qu'on pût trouver le moyen d'assurer, fût-ce partiellement et dans des conditions modestes, cette garantie, à un port qui, s'il n'est pas comprimé par des débuts trop difficiles, est certainement destiné à un brillant avenir dont bénéficiera tout le Maroc.

Les travaux seront d'une exécution relativement facile et rapide; on pourra les poursuivre presque sans chômage et au moyen d'engins flottants, dont l'emploi est à peu près impossible sur la côte ouest du Maroc.

D'après les études en cours, on peut espérer trouver les matériaux nécessaires dans un rayon suffisamment rapproché et, probablement, du côté de Malabata, d'où on pourra les transporter directement par voie de mer jusqu'aux lieux d'emploi.

Le premier soin des entrepreneurs devra être d'agrandir le petit port de refuge actuel, pour y loger leur matériel flottant, et de créer des terre-pleins pour leurs chantiers et installations à terre.

Conformément aux traités internationaux, le concessionnaire de la construction et de l'exploitation du port sera astreint à mettre les travaux en adjudication.

Georges Porché,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Tanger.

LE PORT DE CASABLANCA

La côte occidentale du Maroc n'est pas hospitalière, et ce fait ne lui est pas particulier, car du détroit de Gibraltar au cap de Bonne-Espérance on chercherait à peu près vainement un abri sûr, sauf peut-être dans quelques rares estuaires dont l'entrée est souvent difficile.

A quoi tient ce manque d'abris et de ports ? Si l'on jette un coup d'œil sur la carte d'Afrique, on remarque immédiatement que ses côtes se présentent sous l'aspect d'une ligne sensiblement régulière : ni presqu'îles effilées, ni golfes profonds, ni relief accidenté.

On ne voit que longues plages droites, de 50 kilomètres et plus, comme celle d'Arzila au cap Spartel, sur lesquelles les grandes lames de l'Atlantique, longues parfois de plus de 100 mètres, viennent déferler avec un fracas qui s'entend par temps favorables à plus de 25 kilomètres dans l'intérieur. L'action destructive que peuvent exercer de pareilles masses est énorme. Le sol est rasé jusqu'à la limite d'action des vagues, et le continent recule peu à peu devant l'océan, laissant sous les flots un plateau rocheux, à la cote de — 10 ou — 20 mètres, qui s'étend parfois à plus de 20 kilo-

mètres au large (pointe d'Azemmour) et qui est le premier gradin du plateau Sud-Atlantique.

A cette action de la mer s'ajoute le mouvement lent de relèvement du continent Ouest-Africain. Ce mouvement est remarquablement net sur la côte marocaine, et plusieurs témoins l'indiquent : un port d'origine phénicienne au Vieux Tanger a son radier actuel au-dessus du niveau des hautes mers. Plus près de nous dans le temps, un port intérieur à Mazagan, d'origine portugaise, datant de l'an 1500 environ, serait hors d'usage même s'il n'était pas aujourd'hui muré. D'après ces témoins et quelques autres que présentent les 800 kilomètres de la côte Atlantique, ce relèvement dépasserait $0^{m},25$ par siècle.

La géologie montre en effet qu'il y a là une oscillation à mouvement alternatif ; on trouve sur la côte du Maroc des plages anciennes qui ont déjà été signalées à trois niveaux différents : 8 mètres, 25 mètres et 130 mètres au-dessus de la mer (celle-ci est particulièrement nette au sommet du cap Nador à côté de Safi). Ceci indique qu'à trois reprises déjà le sol marocain s'est plongé sous les flots et relevé ensuite.

La côte marocaine a souffert aussi parfois de tremblements de terre violents ; la ville portugaise d'Anfa a été détruite ainsi sur l'emplacement même où croule aujourd'hui Dar el Beida, la ville arabe, et où s'élève peu à peu la ville française de Casablanca ; non loin du Maroc d'ailleurs, le volcan de Teïde, plus connu sous le nom de pic de Ténériffe, témoigne que cette activité souterraine n'est pas encore complètement disparue.

I

Lorsque le navire arrive le matin à Casablanca, il est rare qu'il ne soit pas pris, de 6 heures à 9 heures, dans une brume épaisse qui lui ôte toute vue de la terre ; aussi les capitaines des navires essaient-ils toujours de reconnaître les abords de Casablanca dès le petit jour ; ils sont aidés en cela par la *montagne de la Selle*, bien connue des marins ; cette colline, qui surplombe la vallée de l'Oued Neffifikh, constitue pour eux un « amer », sans grande valeur il est vrai, bien qu'il soit le meilleur de toute la côte Atlantique, et dont il faut se contenter.

Faute d'avoir pu repérer sa situation exacte avant la brume, le navire doit mouiller, s'il est assez près de terre, ou se maintenir au large en attendant qu'elle se lève. Il peut ensuite venir prendre son mouillage, par des fonds variant entre 10 et 20 mètres, « au nord de l'alignement des deux minarets » disent les instructions nautiques les plus récentes. Mouillage absolument forain naturellement ; quand on a de la chance, on trouve un peu de sable où faire mordre son ancre ; sinon, on file de la chaîne, 3, 4, 5 maillons (90 à

Fig. 21. — *Le quai de Casablanca.*

150 mètres) suivant le temps, et on recommande son ancre à Allah pour qu'elle ne reste pas accrochée dans quelque trou de roche au moment du départ.

Le lieu où se font actuellement les débarquements est un des points extrêmement rares où la vague qui déferle sans cesse sur le littoral marocain pré-

Fig. 22. — *Déchargement d'une barcasse à Casablanca*

sente parfois une discontinuité ; les allèges, dites « barcasses », peuvent ainsi aller de terre à bord sans avoir à franchir des brisants dangereux ; ce n'est pas qu'il y ait là une cale ou un abri ; mais

les fonds présentent une sorte de couloir perpendiculaire à la côte, long et étroit, entre deux récifs (celui de l'Ouest en particulier va à plus de 3 kilomètres au large). La lame qui s'engage dans ce couloir use sa force vive sur les récifs latéraux, où elle se brise, et vient ainsi en s'amortissant peu à peu jusqu'au fond de la petite darse de Casablanca.

Souvent, un brisant infranchissable obstrue comme une véritable muraille l'entrée de cette darse et empêche toutes communications ; de véritables raz de marée, comme on n'en voit nulle part ailleurs, viennent déferler contre la ville, et la crête des lames passe par-dessus les remparts arabes pour venir retomber derrière, dans les rues qui avoisinent le port ; ces jours-là il est impossible de savoir si la marée est haute ou basse, alors qu'en temps ordinaire la dénivellation peut atteindre et dépasser 4 mètres. Par raz de marée, on voit à un quart d'heure d'intervalle la darse vide ou les quais submergés.

Fig. 23. — *Embarquement de grains à Casablanca.*

Les navires sont obligés de dérader ; ils prennent la cape au large et reviennent tous les matins voir l'état de la barre : et cela dure parfois une semaine et plus. On cite des navires qui ont stationné (devant Rabat, il est vrai) plus de deux mois.

II

Ce ne sont donc pas des considérations nautiques qui ont amené à choisir Casablanca pour y construire un grand port ; chaque peuple à chaque époque a eu ses raisons pour s'y installer.

Le récif, sur lequel on peut aménager des pêcheries sommaires, la proximité de sources d'eau potable, l'affleurement de grès durs propres à la fabrication des haches en pierre, sont sans doute les raisons qui ont attiré, dans l'antiquité, des hommes qui ont laissé dans toute la région d'innombrables vestiges de leurs industries.

Ceux-là ne s'inquiétaient guère des communications maritimes.

Les Portugais ont vu à Casablanca le moyen d'exporter par leurs caravelles les ressources en blé de la Chaouïa ; les Marocains n'y ont vu qu'un gîte d'étapes sur la route de Fez à Marrakech, un caravansérail et un marché de liaisons entre le Maroc du Nord et celui du Sud. L'Europe, et la France maintenant, reprenant au fond le point de vue portugais, voient dans Casablanca le port exportateur de la Chaouïa ; mais les moyens modernes ne sauraient s'accommoder des conditions naturelles indiquées ci-dessus, et il faut, pour assurer la continuité et la sécurité du commerce à travers cette terrible barre d'Afrique, construire de toutes pièces le port de la Chaouïa dont va être doté Casablanca. Quelques chiffres indiquent son importance : de 246.000 tonneaux en 1906, le mouvement maritime est passé en 1911 à 485.000 tonneaux ; le mouvement commercial a suivi la même marche ascendante, s'élevant de 14 millions de francs en 1906, à 42 millions en 1911, et 63 millions en 1912, soit près du tiers du mouvement total des ports marocains.

Les difficultés de tout ordre auxquelles se heurte l'importateur aussi bien que l'exportateur : état de la mer presque continuellement houleuse, difficultés du transbordement en rade, exiguïté des quais, insuffisance des terre-pleins, des abris, des engins de levage, n'ont pas découragé cet essor commercial toujours grandissant. Aussi a-t-il paru particulièrement justifié de favoriser ce développement par une tranche importante (50 millions) de l'emprunt marocain, consacrée à l'agrandissement du port de Casablanca (fig. 24).

Ces travaux, dont l'adjudication a eu lieu le 25 mars 1913 à Tanger[1], consisteront principalement dans le prolongement, sur 1.550 mètres, de la grande jetée déjà amorcée par la précédente entreprise. Sa longueur totale sera de 1.900 mètres ; son extrémité sera établie par des fonds de 17 mètres

[1] A la suite de cette adjudication internationale, l'entreprise de ces importants travaux a été confiée à MM. Schneider et Cie, en association avec la Compagnie Marocaine, et MM. J. et G. Hersent.

au-dessous du zéro des plus basses mers. Cet ouvrage conservera sa direction actuelle sur une certaine longueur, puis s'infléchira vers le nord-est.

Une seconde jetée, allant de l'extrémité de la première au rivage, fermera le grand port à l'Est. Elle s'enracinera à environ 1 kilomètre à l'est de la darse de Sidi-Béliout; son extrémité s'arrêtera à 400 mètres de la grande jetée; celle-ci recevra, dans le prolongement de la jetée transversale, un éperon de 150 mètres de longueur. La passe libre sera donc de 250 mètres de largeur, entre l'éperon en question et la jetée transversale.

avec une largeur à la base qui ne sera pas inférieure à 70 mètres.

Un port intérieur sera construit également, dont l'entrée se trouvera à peu près en face de la darse actuellement existante. Ce port, où seuls des bâtiments d'un tonnage réduit pourront trouver accès, est principalement destiné à permettre au matériel de l'acconage d'effectuer en toute sécurité ses opérations à quais.

A l'abri des deux jetées qui le limiteront vers le nord, et dont l'une, celle de l'ouest, est déjà amorcée sur une centaine de mètres, seront amé-

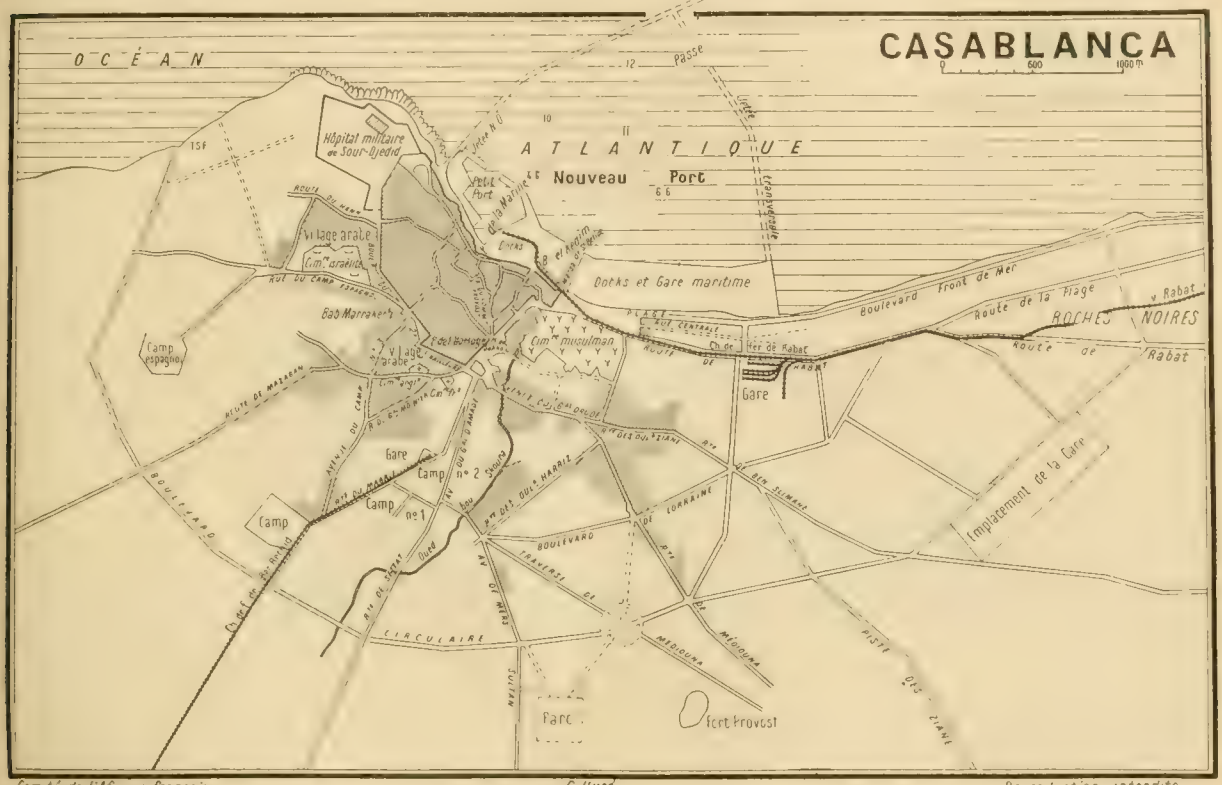


Fig. 24. — *Plan de la ville et du port de Casablanca.*

L'éperon sera établi à 300 mètres en deçà de l'extrémité de la grande jetée, de manière à permettre aux navires prenant la passe d'être abrités contre la houle avant leur entrée dans le port.

La surface d'eau abritée par ces deux jetées est d'environ 170 hectares, dont 85 environ par des fonds de plus de 5 mètres au-dessous des basses mers, 65 par des fonds de plus de 8 mètres, et 25 par des fonds de plus de 10 mètres.

Les profils de ces ouvrages ont été étudiés de manière à présenter de grandes garanties de résistance; la grande jetée, particulièrement, se composera entièrement de blocs de béton de 45.000 kilogs, couverts par une cuirasse de blocs de 90.000 kilogs; la section de la grande jetée atteindra à l'extrémité une surface de 850 mètres carrés,

nagés divers quais et terre-pleins ainsi qu'une cale de halage pour les barcasses.

On juge de l'amélioration considérable qui résultera de l'établissement de ces terre-pleins, puisque le commerce actuel de Casablanca dispose seulement de 50 à 60 mètres à peine de quais non abrités, et par des fonds de $0^{m},50$ au plus, et de 3 hectares et demi de terre-pleins encombrés par des magasins et en partie inutilisables, puisqu'ils ne sont pas abrités.

Le délai d'exécution a été fixé par l'Administration à seize mois pour le port intérieur et à sept ans environ pour le grand port.

La dépense prévue approchera de 30 millions pour la grande jetée ; elle sera de 4 millions environ pour la jetée transversale et d'une impor-

tance sensiblement égale pour le port intérieur.

Des approvisionnements considérables seront naturellement nécessaires. Le tonnage du ciment de Portland, à prise lente, entrant dans la confection des bétons et maçonneries, ne s'élèvera pas à moins de 170.000 tonnes. La quantité de pierres à extraire de la carrière de Maarif dépassera 1.700.000 tonnes.

Entre cette carrière et le port, dix trains circuleront journellement, déversant sur les chantiers une quantité moyenne de 500 à 600 mètres cubes de pierre cassée à béton ou de moellons pour maçonnerie. Une dizaine de locomotives et plus de deux cents wagons seront employés au transport de ces matériaux.

L'entreprise sera outillée pour opérer elle-même le débarquement d'une grande partie des approvisionnements et matériels arrivant par mer.

De véritables usines assureront la production des énormes quantités de sable, de pierre cassée, de mortier, de béton, nécessaires à la réalisation des travaux; la force motrice leur sera distribuée par une station électrogène de près de 1.000 chevaux-vapeur, qui produira, en outre, le courant nécessaire au fonctionnement des divers titans, grues, bardeurs, ponts roulants, employés sur les chantiers; les locomotives à vapeur auront une puissance totale de plus de 700 chevaux; c'est donc une puissance totale de plus de 1.600 chevaux qu'il s'agit d'installer. Un atelier modèle permettra l'entretien et la réparation sur place de ce matériel important.

Y.

LES VOIES DE COMMUNICATION AU MAROC

Parmi les travaux d'outillage économique les plus urgents à exécuter au Maroc sur l'emprunt que la Chambre des députés vient de voter dans sa séance du 28 janvier, figurent les travaux de construction de voies de communication.

On a souvent répété que le Maroc est un pays riche, un pays d'avenir qui doit rester ce qu'il est, essentiellement agricole. Le fait est exact. Nulle contrée de la Tunisie ou de l'Algérie ne vaut les régions de terres noires, les *tirs*, des Chaouïa, des Doukkala et des Abda; nulle plaine de nos anciennes possessions de l'Afrique du Nord n'est comparable, en superficie et en fertilité, à la magnifique plaine des Beni Ahssen qui s'étend, sur 80 kilomètres de longueur et 35 kilomètres de largeur, entre la forêt de Mâmora, au sud, le Sebou au nord et à l'ouest, les contreforts du Rif et du Zerhoun à l'est. Sur la rive droite de l'oued Sebou, entre les lagunes Dora et Zerga à l'ouest, la rivière du Loukkos au nord, les hauteurs d'Ouezzan à l'est, la région du R'arb étale ses 20.0000 hectares et offre tous les ans au commerce agricole les produits de son élevage, ses moissons abondantes, ses fruits et ses légumes.

Le Maroc est une Algérie irriguée et c'est en grande partie de ses nombreux cours d'eau qu'il tire son incomparable fertilité. On aura certainement beaucoup fait pour le pays quand on aura accru, par la construction de barrages et de canaux, les moyens d'irrigation; quand on aura appris au Marocain à tirer un meilleur parti du sol qu'il exploite; quand se seront développées les associations entre indigènes et colons. Mais on aura fait plus encore pour le grand commerce agricole lorsqu'on aura établi des routes et des chemins de fer.

C'est ce qu'a bien compris le général Lyautey, qui a demandé que, sur les fonds d'emprunt, près de 37 millions fussent destinés à la construction immédiate d'un premier réseau de routes.

I

Actuellement, les échanges commerciaux se font par les pistes dont le Maroc est sillonné de toutes parts. Mais ces voies de communication, qui franchissent les rivières à gué, qui sont établies sur le sable le long du littoral, sur la terre grasse dans l'hinterland, ne se prêtent nullement à un trafic intense et régulier, parce que, en dépit des aménagements dont les plus importantes ont déjà été l'objet, elles sont difficilement praticables aux lourds convois qui avancent péniblement dans les sables en été, dans les boues argileuses à la saison des pluies. Après six années d'occupation, c'est encore le chameau qui demeure le véhicule le plus sûr des produits indigènes et des produits importés. Avec un tel instrument, le mouvement du trafic est lent et coûteux. Le prix de transport d'une tonne de marchandises s'élève à 2 francs par kilomètre, tandis qu'en Algérie, sur les routes les plus défavorablement établies, il ne dépasse pas 0 fr. 50.

On voit dès lors que la gêne qui pèse sur le commerce en général et l'agriculture en particulier ne vient ni des droits divers qui frappent les marchandises à l'entrée et à la sortie, ni des tarifs d'embarquement, de débarquement et de transport par mer;

elle vient surtout des frais de transport à l'intérieur du pays. Comment songer, seulement, à consommer à Rabat, par exemple, du blé qui, provenant du R'arb, arriverait à coûter, après 120 kilomètres de transport, plus de 400 francs la tonne; alors qu'il est possible de le recevoir de Marseille pour 320 francs environ? Mais, une fois la route construite, le même blé, en lui supposant dans la région d'Arbaoua une valeur initiale de 18 francs les 100 kilogs, pourra être livré pour un prix qui ne dépassera pas 240 francs. L'arabe et le colon, qui ne peuvent écouler leurs produits que dans une zone très limitée en raison de la concurrence du commerce d'importation, sûrs de trouver, grâce à la route, de nouveaux débouchés, accroîtront leur production par l'ensemencement de terres fertiles que les difficultés de commerce les obligent à laisser incultes. Ainsi, la route d'abord, le chemin de fer ensuite qui abaissera encore les prix de revient, seront les deux agents les plus actifs de la colonisation et de la richesse à l'intérieur du pays.

Fig. 25. — *Une caravane au Maroc.* (Photographie de M. L. Gentil.)

Il n'est pas besoin d'insister plus longuement sur l'utilité de la route. C'est là un truisme qui ne nécessite aucune démonstration; si nous avons tenu à citer quelques chiffres, c'est uniquement pour donner une idée des énormes avantages que le pays est appelé à retirer de la création d'un réseau routier.

Le réseau des routes classées en première urgence présente un développement de 1.465 kilomètres ainsi répartis :

1° Une route côtière partant de Mogador et aboutissant, après un parcours de 450 kilomètres, à Méhedya. Elle est indispensable pour assurer, entre les ports de la côte ouest marocaine, Mogador, Safi, Mazagan, Azemmour, Rabat-Salé, les communications qui sont souvent impossibles par mer pendant la mauvaise saison. Elle longera les terres fertiles des Abda, des Doukkala, des Chiadma, des Chaouïa. Au nord, entre Salé et Kénitra, elle longera l'immense forêt de Mâmora et facilitera l'exploitation rationnelle des chênes-lièges qui, mélangés aux poiriers sauvages, couvrent ses 170.000 hectares de superficie;

2° Une route partant de Kénitra pour remonter la vallée du Sebou jusqu'aux environs de Sidi Kassem, et se dirigeant sur Fez par le col de Zegotta;

3° Une route se détachant de la précédente à Lalla Ito pour aboutir à Meknès par Dar bel Hamri et le plateau du Haoud;

4° Une route reliant Meknès à Fez à travers la plaine du Saïs;

5° Deux routes s'embranchant sur celle de Fez, l'une à Kénitra, l'autre à Sidi Gueddar, et se rejoignant à Souk el Arbâ, pour se prolonger ensuite, par un tronc commun, jusqu'à Arbaoua. Elles ceintureront ainsi la riche plaine du Sebou, dont elles draineront les produits vers Kénitra. En outre, il suffira de prolonger le tronc commun Souk el Arbâ-Arbaoua, pour les raccorder, le moment venu, à la route qui, nécessairement, s'ouvrira dans la zone espagnole entre Tanger et El Ksar, reliant ainsi Tanger à Fez, Meknès et Rabat;

6° Trois routes partant de Marrakech, la capitale du Sud, et se dirigeant sur Mogador, Mazagan et Casablanca.

Les tracés de ces différentes voies de communication suivront d'aussi près que possible les pistes actuelles dont la largeur dépasse souvent 30 mètres. Au milieu de ces pistes, on aménagera des plates-formes de 8 mètres avec chaussées de 4 mètres; les parties latérales, laissées à l'état de sol naturel, serviront à la circulation très intense des caravanes et des troupeaux.

On n'a pas attendu le vote de l'emprunt pour commencer la réalisation de ce programme. La Direction générale des Travaux publics a déjà mis à l'étude la route côtière entre Mazagan et Kénitra, et la route intérieure Casablanca-Marrakech. Les projets de construction sont dressés et, sur bien des points, les travaux, adjugés à Tanger, sont en cours d'exécution. C'est ainsi que la route côtière est construite sur une longueur de 22 kilomètres à partir de Casablanca vers Rabat et en cours de

travaux sur 68 kilomètres entre Mazagan et Rabat. De même, la route de Casablanca vers Marrakech est commencée et se trouve très avancée entre Casablanca et Mediouna, sur 23 kilomètres environ; elle vient d'être adjugée pour la partie comprise entre Mediouna et l'oued Bou Kraïma, sur une longueur de 46 kilomètres.

En outre, en attendant que ce réseau de première nécessité soit constitué, le Service des Travaux publics le long de la côte, le Service du Génie dans routes, il ne comprend qu'une somme de 500.000 fr. pour les études de chemin de fer. C'est qu'on est décidé, ainsi que l'indique l'exposé des motifs de l'emprunt, à demander la garantie de la Métropole pour les travaux de chemins de fer par des projets de loi spéciaux tendant à autoriser, soit la concession des lignes, soit leur exécution directe par l'Etat. Néanmoins, ce même exposé des motifs donne, à titre d'indication, la constitution de notre premier réseau qui doit comprendre:

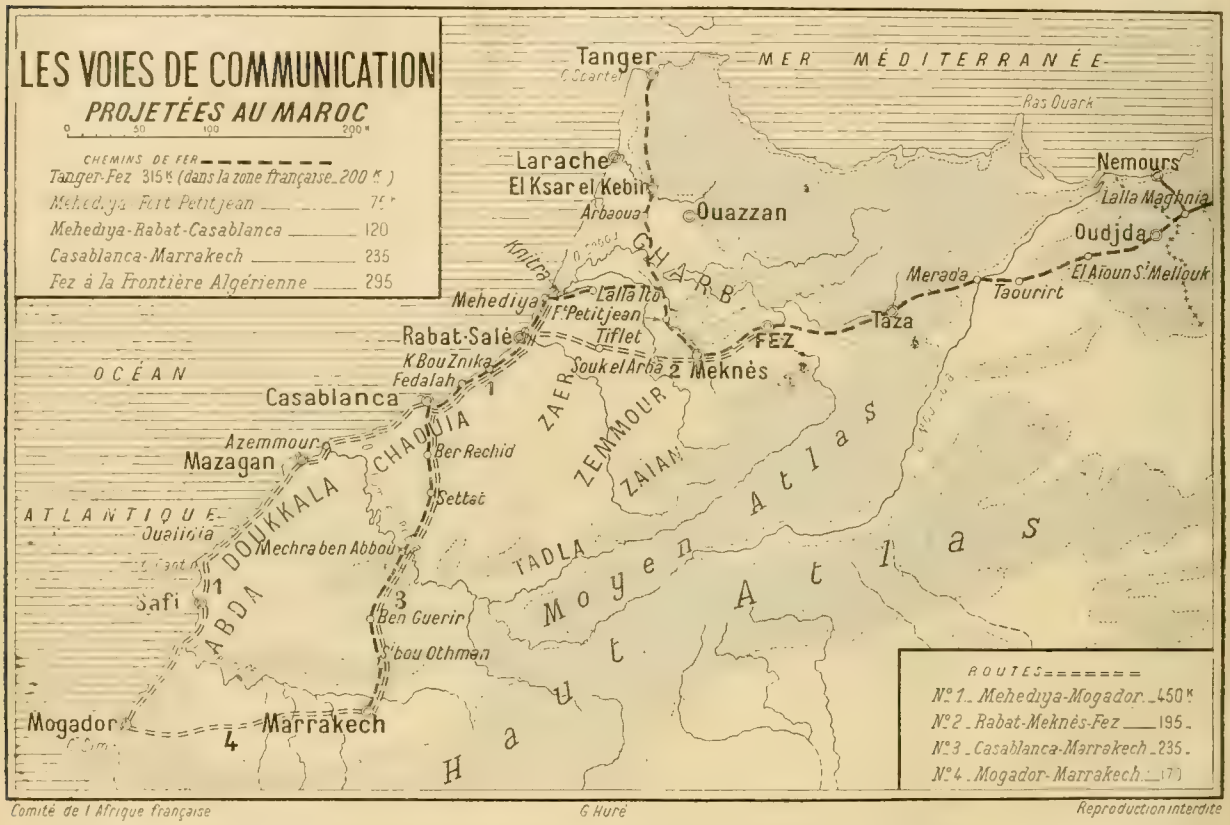


Fig. 26. — *Les principales voies de communication projetées au Maroc.*

l'intérieur, améliorent les pistes actuelles les plus fréquentées, de manière à y rendre possible, sinon facile, la circulation des véhicules légers. Ces améliorations consistent à faire disparaître, à la mine et à la pioche, les têtes de chats et à constituer en empierrement rudimentaire les parties par trop sablonneuses. On a pu ainsi, et à peu de frais, rendre praticable la piste qui court le long de la côte de Mogador à Méhedya et celles qui relient Casablanca et Mogador à Marrakech.

II

Si le programme de l'emprunt soumis au Parlement comporte un projet de dépense de 37 millions pour la constitution du premier réseau de

1° La ligne Tanger-Fez, dont l'adjudication ne doit, aux termes du traité franco-allemand du 4 novembre 1911, être primée par aucune autre. En la faisant passer par Meknès, qu'il y a tout intérêt à desservir immédiatement, elle mesurera en territoire français, 200 kilomètres;

2° Une ligne partant de Kénitra et remontant la rive droite du Sebou jusqu'à la précédente. Elle est indispensable pour amener à celle-ci les traverses et les rails, qui ne sauraient être pratiquement transportés, ni par voie de terre, ni par voie fluviale, et permettre d'entreprendre leur pose du Sebou jusqu'à Fez, tandis qu'elle se poursuivrait de Tanger vers le Sebou; sa longueur serait de 75 kilomètres;

3° Une ligne de Kénitra-Rabat-Casablanca, des-

tinée à relier, d'une part, Rabat, capitale du Protectorat, à Casablanca, qui est le seul port dont l'aménagement complet soit actuellement prévu ; d'autre part, indirectement, grâce aux deux lignes mentionnées plus haut, l'une et l'autre de ces deux villes à Meknès et à Fez. Sa longueur sera de 120 kilomètres ;

4° Une ligne de Casablanca à Marrakech, dont il convient évidemment d'assurer le plus tôt possible les communications avec la côte. Longueur, 230 kilomètres ;

5° Enfin, une ligne de Fez à la frontière algérienne dont l'utilité est indiscutable, puisque seule elle peut assurer les communications du Maroc occidental avec le Maroc oriental, l'Algérie et la Tunisie, dont il est aujourd'hui complètement séparé. Longueur, 325 kilomètres.

Développement total du réseau, 950 kilomètres.

A l'heure actuelle, l'état d'avancement des questions concernant ces diverses lignes est le suivant :

1. *Ligne Tanger-Fez.* — Aux termes du Protocole annexé à la convention franco-espagnole du 27 novembre 1913, le tracé général de la ligne, ainsi que des stations principales, devaient être déterminés dans un délai de trois mois à compter du jour de la signature de la convention. Après la ratification de celle-ci, devait intervenir une concession au profit d'une compagnie unique franco-espagnole, à constituer par les groupes financiers que désigneraient, chacun pour sa part, les deux Gouvernements intéressés, et qui serait chargée à la fois des études définitives, de la construction et de l'exploitation.

Un projet de convention, avec cahier des charges à l'appui, a été élaboré en mars 1913 à Paris, par les délégués des deux pays. Il définit d'une part, conformément aux stipulations du protocole du 27 novembre 1912, le tracé général de la voie, et de l'autre les conditions de la concession à intervenir.

Par ailleurs, dès le début d'avril 1913, le Gouvernement de la République et celui de S. M. le Roi d'Espagne ont désigné les groupes financiers chargés de constituer la Compagnie concessionnaire ; ces groupes discutent, en ce moment, le cahier des charges et la convention de concession.

La Compagnie générale du Maroc, qui représente le groupe financier français, a déjà commencé les études définitives sur les bases arrêtées par les ingénieurs Nouailhac-Pioch et Ferras au cours de leurs reconnaissances de juin et décembre 1912. Les études portent sur le point où le tracé franchit le Sebou, près de Mechra Bel Ksiri, et sur la région assez difficile que doit parcourir la ligne pour gagner, de ce point, les hauteurs de Meknès. La Compagnie désire présenter à l'adjudication un lot très important de travaux d'infrastructure dès que la concession de la ligne aura été ratifiée.

Fig. 27. — *Le chemin de fer militaire de Casablanca à Rabat* (Photographie de M. L. Gentil.)

2. *Autres lignes.* — Une reconnaissance effectuée sur le tracé Casablanca-Marrakech a permis de déterminer le point de passage sur l'Oum er Rebëa qui se ferait aux abords de Bou Laouane. Cette solution, comparée à celle qui consiste à passer par Mechra ben Abbou, rejette le tracé vers l'ouest ; elle augmente le parcours entre Casablanca et Marrakech ; mais elle présente cet avantage d'offrir au tracé une région plus facile, de lui faire couper, au lieu de les border, des contrées très fertiles ; et de le rapprocher de Mazagan qui devra obligatoirement être réunie un jour à Marrakech par voie ferrée.

Les études faites pour la route de Casablanca à Rabat et Kénitra seront d'un secours précieux pour celles qu'il faudra entreprendre pour le chemin de fer qui la doublera et, actuellement, on est à peu près fixé sur les points où il coupera les cinq oueds rencontrés entre Casablanca et Rabat et coulant dans de profondes dépressions.

Quant à la ligne de Fez à la frontière algérienne, il est évident qu'elle ne peut faire l'objet d'une étude d'ensemble avant que l'occupation française n'ait été étendue à toute la zone à traverser.

III

Tel est le programme des voies de communication que le Protectorat se propose de réaliser. Il comprend en somme près de 1.500 kilomètres de routes de 8 mètres de largeur, et de 950 kilomètres de lignes ferrées, à voie de 1m,50, avec déclivités maxima de 15 millimètres et rayons de courbes minima de 300 mètres.

aurons alors une jeune colonie qui prolongera harmonieusement vers l'ouest nos anciennes possessions de l'Afrique du Nord.

Louis Gentil.

LES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES.

Le Maroc est desservi actuellement par un grand nombre de postes de T, S. F. et de lignes terrestres

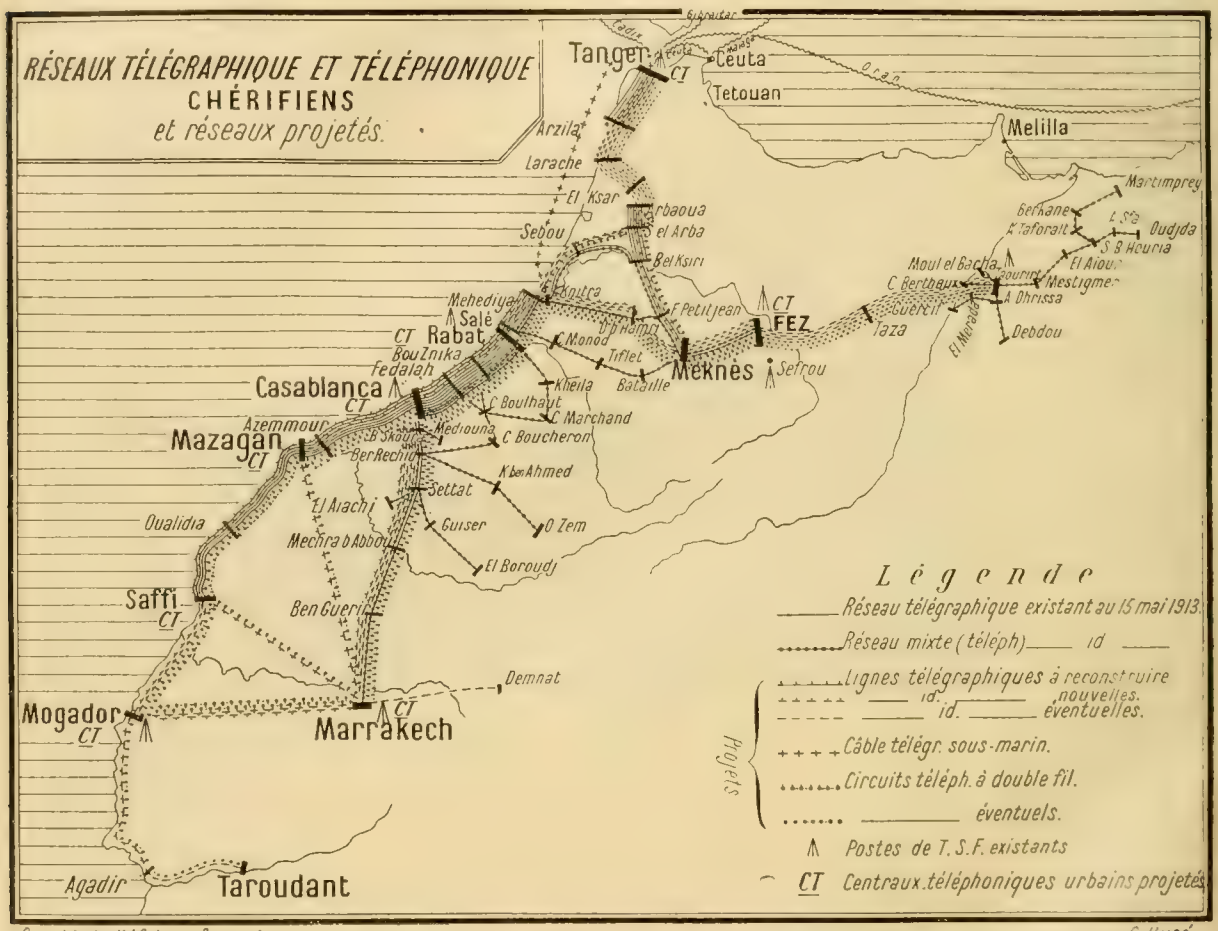


Fig. 28. — *Les réseaux télégraphique et téléphonique chérifiens existants et en projet.*

Le délai d'exécution peut être prévu de quatre ans pour les routes, de sept ans pour l'ensemble des chemins de fer. Mais, dans sept ans, la première tranche des travaux du Port de Casablanca sera terminée; les aménagements des ports de Mogador, de Mazagan et de Safi seront exécutés; Kénitra ou Rabat seront peut-être exploités par une compagnie concessionnaire.

Dès lors, le Maroc aura un outillage économique enviable, l'expérience que nous ont donnée les occupations de l'Algérie et de la Tunisie nous ayant puissamment servi dans l'organisation politique et économique de ce pays où tout est à faire. Nous

dont l'exploitation est assurée par l'Administration des Télégraphes chérifiens, qui reprit en 1908 les services de la Société marocaine des Télégraphes.

Les postes de T. S. F. existants sont ceux de Tanger, Rabat, Casablanca, Mogador, Fez, Sefrou, Taourirt et Marrakech.

Les lignes terrestres se subdivisent en quatre catégories au point de vue administratif : 1° lignes des Télégraphes chérifiens : 2° lignes appartenant au Génie, mais exploitées par les Télégraphes chérifiens ; 3° lignes militaires ; 4° lignes des confins.

Les lignes construites dans un but stratégique, et qui doivent être reprises par l'Administration ché-

rifienne, sont des lignes de fortune, hâtivement construites, avec des parties irrégulières, des poteaux à peine enfoncés dans le sol, et qui doivent être refaites presque totalement.

L'étude de la carte publiée par le Comité de l'Afrique française (fig. 28) met en évidence la caractéristique du réseau marocain, réseau essentiellement côtier. Alors que généralement les télégraphistes évitent le voisinage de la mer, redoutant les actions corrosives de l'air salin, les conditions stratégiques, les nécessités d'assurer la surveillance et la protection des lignes ont imposé un trajet en bordure de l'Atlantique. De l'embouchure du Sebou jusqu'à Agadir, sur 650 kilomètres, la ligne suit les pistes qui s'écartent fort peu du littoral.

Cette position des lignes a entraîné l'emploi, comme conducteurs, de fils en bronze siliceux, les fils bimétalliques généralement employés par le Génie militaire étant rapidement attaqués à tous les points de frottement. Si le bronze siliceux est moins cher, sa ténacité est par contre assez faible ; il faut donc ramener les portées au-dessous de 60 mètres, et cette multiplication des poteaux a de l'importance quand on saura que, par suite des difficultés de transport, un poteau qui vaut 15 à 17 francs au port revient à pied d'œuvre à 50 ou 65 francs suivant la distance et l'état de la piste.

Près de 2.000 kilomètres de lignes fonctionnent actuellement, mais avec un matériel souvent précaire et tout provisoire.

Dès maintenant, on prévoit l'établissement de la ligne Fez-Taourirt, qui reliera le réseau général marocain au réseau algérien et comprendra, vu son importance, trois lignes télégraphiques et trois lignes téléphoniques. Si tout permet d'espérer qu'avant quatre mois Fez et Oran communiqueront directement et pourront échanger des messages téléphoniques, on ne saurait fixer de date, même probable, à une autre ligne projetée : celle de Tanger-Fez par Arzila, Larache, El Ksar et Arbaoua, qui doit être construite : 1° en territoire international ; 2° en territoire espagnol ; 3° en territoire français.

A côté du service télégraphique fonctionnent déjà des services téléphoniques urbains. A Casablanca, un réseau unifilaire appartenant à une société espagnole doit être repris par l'Administration chérifienne et transformé en système bifilaire. A Rabat, 500 abonnés sont prévus avec une cabine munie d'appareils extra-sensibles pour permettre la communication avec Tanger par le câble qui doit être mouillé entre ces deux villes.

Une somme de dix millions est inscrite dans l'emprunt pour être consacrée aux services téléphoniques et télégraphiques. Sur cette somme, deux millions visent les bâtiments et immeubles. Espérons que les devis marocains ne subiront pas les crises d'hypertrophie des devis métropolitains quand il s'agit des bâtiments civils.

J.-P. L.

DE L'ÉLEVAGE AU MAROC

I. — Considérations générales.

La situation climatérique et la nature du sol font du Maroc, en certains endroits, une des régions les plus fertiles du globe et un pays privilégié au point de vue de l'élevage. On ne saurait, cependant, être taxé d'exagération en disant que les conditions d'exploitation de cette richesse du pays sont restées tellement primitives jusqu'ici que tout est à faire. L'indigène, subissant l'influence de sa race et de sa religion, accepte avec joie les périodes d'abondance, subit avec résignation les années de misère, mais ne fait aucun effort pour modifier l'ordre naturel des choses, et vit en bon fataliste. Confiant dans son stupide « Mektoub », il ne connaît qu'une loi, celle du moindre effort et du moindre travail. Fidèle à la coutume traditionnelle, il ne compte que sur les ressources naturelles du bled, où les troupeaux doivent chercher eux-mêmes, en tout temps, leur subsistance, sans jamais attendre de leur maître la moindre distribution de produits alimentaires.

Quand la pluie bienfaisante fertilise le sol marocain, la campagne se couvre d'une végétation luxuriante que ne connaissent pas les plus riches contrées de France ; les troupeaux se développent, se multiplient, résistent aux maladies, et un large courant d'exportation se dessine aussitôt.

Pendant les longues périodes de sécheresse, les riches pâturages font place à la steppe, nue, aride, désolée, où les troupeaux ne trouvent plus qu'une herbe grossière, desséchée sur pied, et de jeunes pousses de doum sans grande valeur nutritive. Ils maigrissent, paient alors un lourd tribut aux maladies contagieuses et parasitaires, et voient souvent leur effectif diminuer de plus de moitié en l'espace de quelques mois. C'est l'époque de la disette, de la famine. C'est aussi l'époque où le commerce des peaux est en pleine prospérité.

Il ne faut pas songer, d'ici longtemps encore, à transformer les méthodes indigènes, nées de la routine et de l'insouciance ; mais l'éleveur européen peut, par son exemple, démontrer l'heureuse

influence d'une hygiène rationnelle sur la prospérité et l'accroissement des troupeaux et amener peu à peu l'indigène à l'imiter.

L'action directrice de l'homme ayant été nulle jusqu'ici, il n'y a pas à proprement parler au Maroc d'industrie de l'élevage. Il suffit donc d'étudier quels sont les facteurs qui, par leur action, entravent son développement et les correctifs qu'il est possible d'y apporter.

Le climat chaud et l'inégale répartition des pluies entraînent l'irrégularité de l'alimentation et donnent à cette question un intérêt capital. C'est presque une naïveté de dire que « lorsque les animaux n'ont pas à manger, ils crèvent de faim ». Cette raison est cependant la seule qui ait occasionné, durant les deux dernières années de sécheresse, une mortalité extraordinairement élevée du bétail. Les animaux, peu ou pas nourris, n'offrent aucune résistance aux maladies contagieuses, et deviennent la proie facile des infections parasitaires internes et externes. La solution du problème est facile à déduire : Il faut, par tous les moyens, créer des réserves alimentaires qui permettront de pouvoir nourrir le bétail quand les pâturages font défaut. L'Européen avisé pourra, en pareil cas, demander au capital bétail un rendement considérable. Muni de réserves fourragères, il pourra acheter les animaux dont l'indigène se débarrasse à vil prix pendant les périodes de grande sécheresse, et augmenter ainsi son troupeau à peu de frais. Au moment des pluies, il trouvera facilement des débouchés avantageux pour ses élèves.

Il est toujours facile de constituer des réserves, soit en fourrages naturels, soit en fourrages artificiels. Une connaissance plus approfondie de l'agriculture du pays renseignera sur les meilleurs procédés à employer pour les obtenir. D'ores et déjà, quelques faits sont acquis : le foin de tous les plateaux, bien récolté, est un excellent produit, employé dans l'alimentation des chevaux de l'armée ; les fourrages artificiels en terrains irrigables donnent un rendement considérable ; la luzerne et les légumineuses à racines pivotantes sont une ressource précieuse dans les terrains secs ; le maïs et le sorgho, qui viennent partout presque sans soins, peuvent, à condition d'être ensilés, seuls ou mélangés aux plantes grossières qui poussent dans tous les sols, constituer d'excellentes réserves alimentaires, très appréciées par les animaux et dont le coefficient de digestibilité se trouve élevé.

La question de l'eau est aussi d'un intérêt primordial. Il importe que les troupeaux puissent boire chaque jour et même deux fois par jour. En temps de sécheresse, les indigènes éloignés des cours d'eau et des sources n'abreuvent leurs troupeaux que tous les trois ou quatre jours, le plus souvent dans des conditions défavorables, dans des mares souillées et infectées de larves de parasites qui, trouvant un terrain éminemment propice à leur pullulation, envahissent les animaux. Il est pénible de constater que les colons eux-mêmes n'ont presque rien fait, jusqu'à présent, pour améliorer cet état de choses lamentable et qu'ils ont laissé à l'Administration le soin de capter quelques sources destinées à alimenter copieusement des abreuvoirs cimentés, aux abords empierrés pour éviter la boue et la stagnation de l'eau souillée par les déjections.

La chute des pluies abondantes et glacées pendant la mauvaise saison exige la construction d'abris. De simples hangars suffiraient ; ils permettraient de distribuer une ration sèche, éviteraient les pertes de fourrage, tout en protégeant les animaux contre les rigueurs excessives de la température.

En résumé, pour pouvoir entreprendre dans de bonnes conditions l'élevage au Maroc, il est nécessaire avant tout de s'assurer de la possibilité de nourrir les animaux pendant les années sèches, durant lesquelles les pâturages font défaut, de les abreuver dans de bonnes conditions, et de leur construire des abris primitifs pour la mauvaise saison.

Cet élevage s'entend naturellement du bétail marocain actuel ; mais il est évident que l'éleveur qui voudra améliorer les races du pays par des croisements avec des animaux déjà perfectionnés devra exagérer encore les conditions favorables précitées.

Grâce à l'expérience acquise en Algérie, il est permis d'affirmer que, dès maintenant, dans les vallées et sur le littoral de l'Atlantique, des croisements très avantageux peuvent être faits avec toutes chances de succès.

L'amélioration de l'élevage marocain, soit par sélection, soit par croisement, mérite une attention toute particulière. Aussi est-il déjà l'objet de toute la sollicitude de l'Administration. Un Comité consultatif de l'élevage a été institué auprès de la Résidence générale à Rabat. Présidé par le Ministre des Finances chérifiennes, il compte parmi ses membres le Chef des Services de l'Agriculture, le Directeur des Remontes et Haras marocains, le Chef des Services vétérinaires, deux éleveurs européens et un notable indigène. Ce Comité a déjà arrêté les bases des projets suivants, dont la réalisation aura certainement la plus heureuse influence sur l'avenir de l'élevage dans la colonie :

Création d'un Stud-book de la race chevaline de selle :

Organisation d'un Service zootechnique et des épizooties ;

Réglementation des conditions d'importation et d'exportation du bétail, nécessaire pour pallier à la crise actuelle, conséquence directe des deux années de sécheresse;

Tuberculination des bovins importés;

Interdiction de l'abatage des femelles pour la boucherie;

Organisation de l'inspection des abattoirs et des marchés;

Délivrance de primes à l'élevage des chevaux, bovins, ovins et des cochons;

Exonération des droits d'importation pour les géniteurs améliorateurs des races du pays.

Ce vaste programme sera bientôt complété par l'examen des conditions dans lesquelles il sera possible de venir en aide à l'initiative privée, en ce qui concerne la création de fermes d'élevage et l'installation au compte de la colonie de stations d'essai, fermes d'expérience dans lesquelles seraient étudiés les meilleurs croisements possibles pour l'amélioration des races indigènes.

Le Maroc est, malheureusement, le pays des maladies contagieuses par excellence. On y constate couramment chez le cheval la morve, la gourme, la lymphangite épizootique, les maladies typhoïdes, la piroplasmose, et quelques trypanosomiases; chez les bovins: les deux charbons, la fièvre aphteuse, la piroplasmose, quelquefois la tuberculose, de nombreuses maladies parasitaires parmi lesquelles il faut citer l'œsophagostomose, la ladrerie, la linguatulose, l'échinococcose et la distomatose; chez les ovins, le charbon, la clavelée, les maladies à bacilles de Preisz-Nocard et les affections vermineuses, notamment la bronchopneumonie; chez les porcs, le rouget.

La création du Service sanitaire vétérinaire permettra d'organiser dès maintenant et rapidement la lutte contre les maladies contagieuses. Des vaccinations et sérumisations peuvent être appliquées de suite, gratuites pour les indigènes, à charge de remboursement des sérums et vaccins pour les éleveurs européens.

L'hygiène bien comprise permettra de restreindre considérablement les méfaits des affections parasitaires.

D'autre part, les derniers travaux concernant la piroplasmose permettent d'espérer qu'il sera possible d'acclimater sans danger les bovins des races améliorées en leur inoculant dès leur arrivée du sang des animaux du pays et en les traitant au trypanblau. Ils subiront, ainsi, une sorte de vaccination indispensable, la piroplasmose constituant l'écueil le plus sérieux à l'importation des bovins de choix et des vaches laitières.

Faute de ressources budgétaires, le Service sanitaire n'a pas encore tout le développement que comporte une étendue de territoire comme le Maroc, mais, tel qu'il est, il permet de parer au plus pressé. Il est déjà à même de rendre les plus grands services.

En somme, dans les conditions actuelles, l'éleveur européen qui dispose de capitaux suffisants peut entreprendre en toute confiance la constitution d'un cheptel important, s'il est à même de réaliser des réserves fourragères, d'installer des abreuvoirs et des abris.

Pendant de longues années encore, il trouvera sur place l'écoulement de ses produits à des prix très rémunérateurs. Plus tard, quand l'élevage aura acquis toute l'importance qu'il doit avoir, il peut être certain, par la proximité de l'Espagne et de la France, d'avoir dans ces pays un débouché assuré, très important.

II. — Du Cheval marocain.

Le Maroc présente, avec sa vaste étendue de territoires, une configuration orographique, une constitution géologique, un régime hydrographique et climatologique si variés qu'il ne faut pas s'attendre à y rencontrer un modèle unique de cheval. Celui-ci a subi, comme partout d'ailleurs, l'influence modificatrice du milieu. Vivant sur un sol remarquablement riche en calcaire et en phosphates, son squelette s'est très développé; mais son format se réduit quand l'alimentation reste insuffisante. Si l'on ne tient pas compte des quelques croisements plus ou moins heureux qui, dans les régions littorales, ont transformé le type habituel, on peut le rattacher indubitablement à la souche berbère ou de l'Afrique du Nord. C'est avant tout un cheval de selle. Il est commun dans sa tête.

Fig. 29. — *Cheval du Rarb.*

chargée de ganaches, négligé dans sa cravate, court dans son encolure; il a le garrot bien sorti, mais l'épaule droite est courte, la poitrine haute et profonde, un bon dessus. Les hanches sont assez sorties, mais la croupe est commune et très avalée,

Fig. 30. — *Jument poulinière (Beni-Ahssen).*

la cuisse courte, l'arrière-main peu développé. Il est souvent panard du devant; il a les jarrets clos, fréquemment coudés. Assez fin dans ses tissus, ses membres sont fouillés, secs et nerveux, surtout dans les régions montagneuses; il est plus grossier dans la plaine.

Ses qualités morales peuvent se résumer en quelques mots : docilité, facilité du dressage, rusticité et endurance au travail. A part quelques exceptions, il manque de sang et d'influx nerveux, mais ces défauts ne sont pas inhérents à la race; ils peuvent être rapportés au mode d'élevage et de nourriture. Le Marocain, en effet, est beaucoup moins cavalier que l'indigène d'Algérie; il met son amour-propre à posséder une belle mule qui lui sert dans tous ses déplacements, à l'exclusion du cheval, et néglige les soins de celui-ci.

Les étalons sont gras et bien nourris, mais ils ne travaillent jamais. Quant aux juments, elles sont considérées comme des bêtes de somme; elles ne reçoivent qu'une nourriture parcimonieuse; on les laisse glaner après le travail avec les ânes, leurs compagnons de misère, les herbes grossières qui poussent entre les palmiers nains autour des douars. Une poignée de teben complète leur nourriture, quand les pâturages sont trop pauvres, et c'est tout; le grain n'est pas fait pour elles. Si l'on ajoute à ces causes la gestation prématurée qui hâte la soudure des épiphyses, on ne sera pas étonné de voir les poulinières, arrêtées dans leur développement, être d'un format et d'une taille très inférieurs à ceux des étalons.

Le défaut de qualité du cheval marocain ne tient pas à d'autres causes, et ce qui le prouve encore, c'est que cette qualité ressort immédiatement chez les sujets élevés dans de bonnes conditions. Il est même facile de constater que les chevaux de remonte achetés à l'âge de quatre ans, abondamment engrainés pendant quelques mois avec la copieuse ration des chevaux de troupe, peuvent faire très honorable figure auprès des barbes d'Algérie et même des chevaux français, dans maintes circonstances et notamment dans la plupart des épreuves sportives : courses, steeple-chases, cross, concours hippiques, etc.

Cette façon de traiter les chevaux n'est pas générale et, dans certaines régions favorisées : Marrakech, Doukkala, Beni-Ahssen, les indigènes les aiment davantage et les entourent de plus de soins. Ils ont recherché pour les améliorer des croisements judicieux et le pacha de Marrakech, El Hadj Tami Glaoui, confirme le fait de l'introduction d'étalons du Tafilalet et de l'Oued Draa, étalons ayant certainement une origine syrienne. L'influence de ces étalons s'est fait grandement sentir et l'on rencontre, en particulier, dans les Doukkala, des types de chevaux joignant à la qualité un modèle d'élégance et de finesse rappelant sans aucun doute l'origine arabe du père.

La population chevaline est très importante au Maroc et les circonstances de milieu et de climat lui sont éminemment favorables; malheureusement, jusqu'ici, rien n'a été fait pour encourager, développer et améliorer cet élevage. L'œuvre entreprise dans ce sens par les Haras marocains est sûrement appelée à donner de très brillants résultats. Le jour où, par des croisements appropriés,

Fig. 31. — *Cheval du Haouz (de la suite du Sultan).*

surtout avec du pur sang arabe, on aura corrigé les défauts de conformation du cheval marocain en lui infusant une pointe de sang généreux, le jour où l'éleveur comprendra que, pour avoir un bon cheval, il faut avant tout nourrir la mère et les produits, la production chevaline sera rapidement

très prospère en qualité et en quantité, et le Maroc deviendra une pépinière de beaux et bons chevaux de selle.

III. — Du Mulet.

L'industrie mulassière fournit deux sortes de produits : le mulet de luxe et le mulet de travail.

Fig. 32. — *Mulet de bât Cherarda.*

Les plus belles juments sont consacrées à l'élevage du mulet de luxe. Ces mulets atteignent de 1 m. 60 à 1 m. 70. Ils sont l'objet de soins particuliers, car ils se paient couramment de 1.200 à 1.600 francs. Les juments communes et les ânes quelconques servent à la production courante. Les mulets provenant de ces derniers croisements ne dépassent que rarement 1 m. 40. Ils sont employés au bât. Leur prix est relativement très élevé, puisque les individus les plus ordinaires se paient toujours de 500 à 600 francs.

Il y a donc là, encore, matière à de gros bénéfices avec écoulement assuré, et une amélioration rapide à chercher dans le modèle et le format, soit par la sélection, soit par l'emploi de baudets importés.

IV. — Race bovine.

La race bovine subit actuellement une crise aiguë, qui reconnaît pour cause les deux années consécutives de sécheresse anormale et l'accroissement considérable de la consommation, provenant du fait de l'augmentation de la population européenne et du nombre élevé des rationnaires des troupes françaises. Favorisées par un entretien plutôt médiocre, les maladies contagieuses et parasitaires ont occasionné des pertes nombreuses : la mortalité est encore très élevée aujourd'hui, et des mesures énergiques ont dû être prises pour protéger le troupeau marocain, notamment l'interdiction de l'exportation et de l'abatage des femelles pour la boucherie. Le bétail a plus que doublé de valeur depuis deux ans, et les demandes seront pendant longtemps encore supérieures aux offres.

Le bœuf marocain le plus ordinaire est un type à profil rectiligne, à format carré, dont la taille varie de 1m,10 à 1m,20, et le poids de 130 à 140 kilogs. Il a le pelage fauve, plus ou moins foncé, avec les extrémités inférieures noires, les cornes fines et relevées en croissant ou en lyre.

A côté de ce type, on rencontre d'innombrables mélanges de races, de variétés, notamment un modèle à profil concave, à cornes rabattues, plutôt longiligne, un peu plus grand que la race précédente et dont la robe est bringée ; puis une grande race de travail, grise, très osseuse, ayant 1m,40 à 1m,50.

Toutes ces races sont très rustiques, non cultivées ; elles ont une prédominance très accusée de l'avant-main sur l'arrière-main. Placées dans de bonnes conditions d'alimentation, elles montrent une aptitude marquée à l'engraissement ; suivant leur état, elles donnent un rendement en viande variant de 46 à 52 °/₀.

Le bœuf marocain n'est, bien entendu, l'objet d'aucun soin ; il pâture en liberté et ne reçoit jamais de nourriture supplémentaire, quel que soit l'état des pâturages ; la nuit, il est parqué dans des enclos protégés par des branchages épineux, des cactus et des fossés, sans abris, quelle que soit la température. A peine intervient-on au vêlage des femelles, et pour protéger les nouveau-nés. Les indigènes n'ont pratiqué aucune sélection ; ils ont toujours laissé les accouplements se faire au hasard et n'ont recherché aucune spécialisation. Il y a

Fig. 33. — *Troupeau de Bovins aux environs de Safi.*

cependant les éléments suffisants pour faire, avec un choix judicieux, parmi les reproducteurs du pays, une race de boucherie, une race de travail et une race laitière. A Fez, une variété de vaches donne jusqu'à 15 et 16 litres de lait par jour. Il y a donc dans l'élevage du bœuf un bel avenir pour

l'Européen avisé qui, ayant à sa disposition des terrains de parcours et de pâturages suffisants, saura appliquer à son troupeau les méthodes rationnelles de sélection et surtout les principes essentiels de l'hygiène : réserves alimentaires en cas de besoin, eau potable et abris pour la mauvaise saison.

V. — Race ovine.

Les moutons constituent une des principales richesses du cheptel marocain. Les derniers recen-

Fig. 34. — *Brebis du R'arb.*

sements faits dans les régions soumises à notre influence accusent une population de 1.500.000 têtes au Maroc occidental et 900.000 au Maroc oriental. Cet élevage est susceptible de prendre un bien plus

Fig. 35. — *Bélier du R'arb.*

grand développement. Abandonné à lui-même, comme celui des autres races domestiques resté exclusivement entre les mains des indigènes, il est loin d'avoir actuellement toutes les qualités qu'il peut acquérir dans un pays où toutes les conditions de sa prospérité se trouvent réunies.

On rencontre au Maroc des variétés très différentes de moutons, qui peuvent être rattachées à trois types principaux :

1° Une variété voisine du type oranais, dont elle a la toison, les cornes très développées au nombre de 2, 4 ou 6, et la queue longue et fournie ;

2° Une variété de taille plutôt réduite, blanche marquée de feu ou de noir au nez et autour des yeux, plus rustique que la précédente, mais dont la toison est constituée par un mélange de laine et de poils.

3° Enfin, une troisième variété, qu'on rencontre surtout dans la région située entre Mechra-Ben-Abbou et le Tadla, se rapproche tellement du mérinos comme toison, profil, conformation et cornes que certains éleveurs sont d'avis qu'elle constitue l'origine primitive du mérinos espagnol. Cette variété, sélectionnée et croisée avec les précédentes, est appelée à améliorer considérablement la population actuelle.

VI. — Race caprine.

Excessivement rustique, elle occupe une place presque aussi importante que le mouton dans l'élevage et la consommation indigènes. Peu développée comme taille, elle n'offre à l'éleveur européen qu'un intérêt secondaire. Sur le littoral, elle a été améliorée par des croisements avec les races espagnoles et maltaises.

VII. — Race porcine.

Elle appartient à la race ibérique. Très probablement importée d'Espagne, elle commence à se répandre. Très rustique, elle se nourrit en temps normal exclusivement de racines et de tubercules riches en amidon, qui abondent dans tous les pâturages. Des croisements tentés avec les races brachycéphales anglaises (Yorkshire, Berkshire) donnent des produits rustiques, à rendement élevé.

Cet élevage a d'autant plus d'avenir que les Marocains n'ont pas pour le porc la même répulsion que les indigènes algériens et qu'ils consentent assez volontiers à en assurer la surveillance et les soins. La viande de ces animaux est de très bonne qualité ; elle est très appréciée en Europe. Leur prix sur place est, et restera, très élevé, car l'écoulement est assuré actuellement par la consommation locale, et le sera plus tard par l'exportation.

Th. Monod,
Chef du Service zootechnique et des épizooties,
Vétérinaire-major de 1re classe.

L'INDUSTRIE DE LA PÊCHE AU MAROC[1]

La première des conditions pour l'établissement de pêcheries maritimes modernes dans un pays, c'est que ce pays possède, au moins, un port assez abrité pour recevoir les instruments indispensables à la grande pêche industrielle, les chalutiers à vapeur ou à moteurs.

Or, la côte du Maroc ne possède, actuellement, qu'un port facilement accessible à ces bateaux : c'est celui de Tanger, sur la Méditerranée. La côte atlantique, au moins aussi importante, cependant, pour l'industrie qui nous intéresse, forme, depuis le Cap Spartel jusqu'au Cap Cantin, une ligne à peine courbe, dont le point le plus en retrait paraît être Rabat, et d'une direction générale N. E.-S. W. Or, si l'on sait que la grosse houle du large a une direction dominante N. W.-S. E., on voit que les grosses lames viennent précisément déferler dans une direction à peu près exactement perpendiculaire à la côte.

Comme, d'autre part, la plus grande partie des baies qu'on y trouve sont largement ouvertes vers le large, on peut en conclure que, sur la côte atlantique, il n'y a, pour le moment, aucun port où les bateaux de pêche puissent venir se mettre à l'abri par mauvais temps, d'où l'impossibilité absolue d'établir, dans ces parages, une industrie de pêche, véritablement digne de ce nom, sans faire courir aux chalutiers les plus grands risques. Ces bateaux seraient, en effet, obligés de mouiller en rade foraine, sur des fonds souvent durs, et de prendre le large à la moindre forte houle qui peut se manifester, non seulement sous l'influence d'un fort coup de vent local, mais même par temps absolument calme.

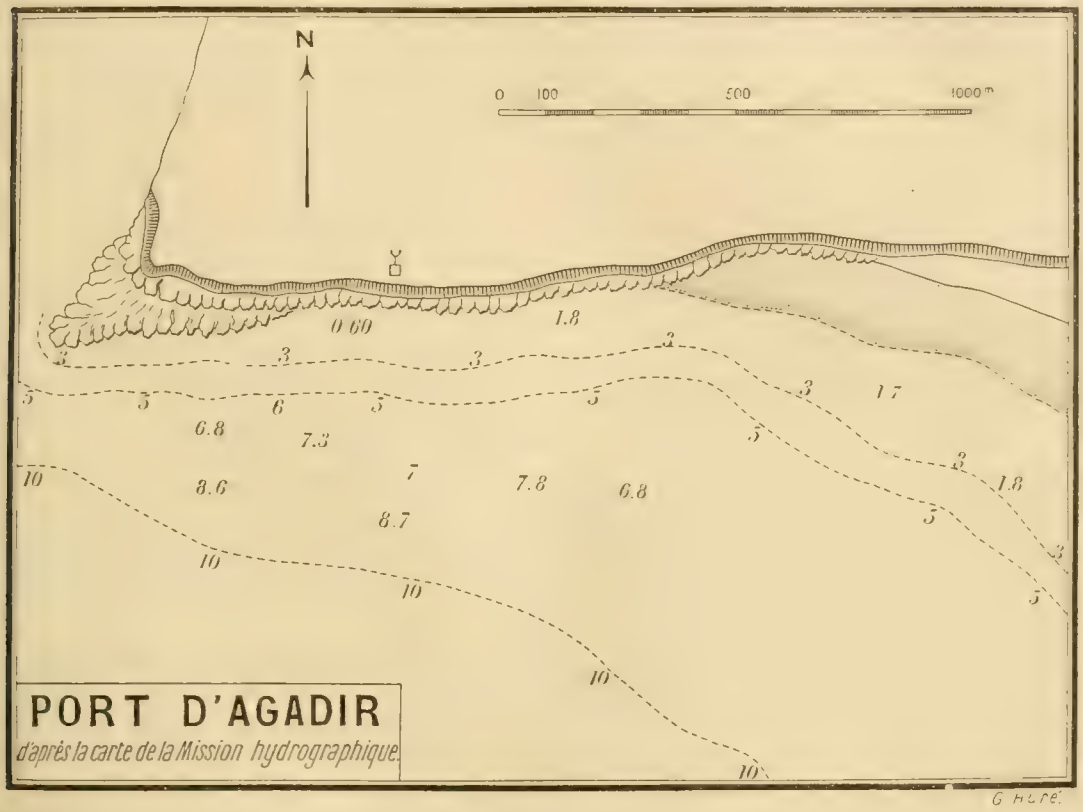


Fig. 36. — *Port d'Agadir.*

On a vu, en effet, à Casablanca par exemple, des vagues énormes se produire avec des vents de 1 ou même 0. Ce phénomène est également assez fréquent sur les côtes de la Mauritanie.

Seul, actuellement, le port naturel d'Agadir (fig. 36) protégé, au N.-W. par la pointe rocheuse de Sidi-Abdallah, est suffisamment abrité et profond, avec des fonds sableux d'une bonne tenue pour

[1] Nous adressons tous nos remerciements au Comité du Maroc et en particulier à M. Ladreit de Lacharrière pour les intéressants documents qu'il a bien voulu nous communiquer pour ce travail.

recevoir des chalutiers de quelque tonnage. Mais Agadir se trouve placé bien au sud de Mogador, dans la région du Sous, il y a peu de temps encore en pleine effervescence, et de plus sans relations faciles avec le reste du Maroc; il n'y faut donc point songer pour l'instant.

Le port de Casablanca pourra devenir très hospitalier si, comme il faut l'espérer, les travaux entrepris sont menés à bonne fin ; mais à quelle époque?

Le seul port qui nous paraisse accessible aux chalutiers, dans un temps relativement proche, est celui de Fédalah.

Ce dernier, en effet (fig. 37), forme une vaste baie qui s'ouvre directement au N., mais qui se trouve protégée à l'W. et au N.-W. par de fortes masses rocheuses qui en abritent une étendue considérable des vents dominants de N.-W. Malheureusement, la partie la plus abritée, formée de sable et de quelques têtes de roches, ne présente guère que des fonds de 0m,30 à 2 mètres, c'est-à-dire tout à fait insuffisants pour recevoir même des chalutiers.

Mais la Société franco-marocaine de Fédalah, dont le siège est à Paris, a compris tout l'intérêt que pouvait présenter ce port, situé à peu près à égale distance entre Rabat et Casablanca et sur la voie ferrée, encore stratégique, qui unit ces deux villes.

Elle a, croyons-nous, déjà réuni à la terre ferme les deux roches principales qui ferment le port par une digue importante, et cette digue sera poursuivie vers le large dans une direction W.-E., suffisante pour abriter une grande surface de la baie naturelle actuelle.

Le fond de cette baie va être creusé, sans trop de difficultés, pensons-nous, et d'ici peu de temps le port de Fédalah sera suffisamment aménagé et approfondi pour recevoir les bateaux de pêche qui, seuls, nous intéressent ici, en attendant l'ouverture du port de Casablanca qui restera, probablement et malgré tout, le grand port de commerce de l'avenir.

Les fonds de la côte marocaine atlantique, constitués, en grande partie, de sable coquillier, de sable vaseux et de vase, avec quelques têtes rocheuses disséminées et encore assez mal repérées, se montrent éminemment propres au chalutage à vapeur, surtout si l'on se tient au large de la ligne des fonds de 100 mètres, placée à une distance variable du rivage et en dehors de laquelle les têtes rocheuses sont, en général, assez rares.

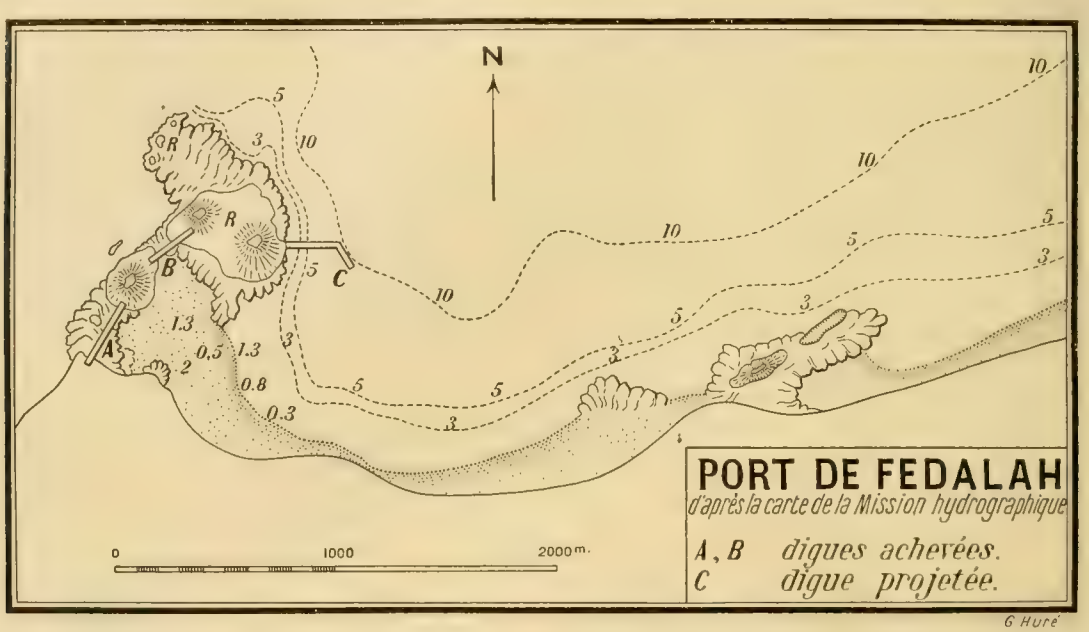


Fig. 37. — *Port de Fedalah.*

C'est ainsi que la ligne des sondes de 100 mètres passe : à 6 milles au large de Rabat (perpendiculairement à la côte), à 12 milles au large de Fédalah ; 13 milles au large de Casablanca ; 17 milles au large d'Azemmour ; 18 milles 5 au large de Mazagan ; 11 milles au large du Cap Cantin ; 26 milles au large de Safi ; 14 milles au large de Mogador, etc. Soit, en moyenne, à 12 milles 5 de la côte et presque parallèlement à elle.

Ce qui démontre, mieux que tout, la possibilité du chalutage sur cette côte, c'est que, depuis fort longtemps, les Espagnols viennent y travailler soit avec de petits chalutiers à vapeur, soit avec des voiliers, qu'ils abritent leurs petits bateaux à Fédalah, et que depuis quelques années les grands cha-

lutiers français de Boulogne et d'Arcachon, les chalutiers anglais de Hull et de Grimsby, etc., fréquentent, d'une façon à peu près continue, surtout pendant l'hiver, les eaux marocaines, sans approcher de terre cependant. Ils font leur plein de poisson, qui est conservé, en général, entre des couches de glace, et rentrent, à toute vitesse, à leur port d'attache.

Ces voyages se font, soit exclusivement sur les côtes du Maroc, soit au retour, pour quelques chalutiers qui viennent de travailler plus au sud, sur les côtes de Mauritanie.

Les eaux marocaines ne présentent donc plus guère de secrets pour un certain nombre de nos pêcheurs métropolitains et plus spécialement boulonnais.

Mais, pour le moment, et à cause, évidemment, de l'absence d'abri sur la côte, le Maroc ne profite guère de la pêche au chalut; aussi ne consomme-t-on, pour ainsi dire, pas de poissons dans ce pays. La pêche locale est, en effet, à peu près nulle, en tous cas extrêmement limitée, et entre les mains de quelques indigènes qui travaillent presque exclusivement en rivière. Le point de pêche le plus intéressant, actuellement, paraît être la région d'Azemmour, à l'embouchure de l'Oum er Rebëa.

Au moment de la montée des aloses, la pêche de ces clupes paraît assez abondante et, depuis fort longtemps, la coutume voulait qu'un tribu annuel de 100 aloses de l'Oum er Rebëa fut envoyé au Sultan du Maroc par les pêcheurs d'Azemmour.

Cet état de choses ne tardera pas, du reste, à cesser, et déjà plusieurs compagnies de chalutage à vapeur sont constituées ou en train de le faire pour aller exploiter les eaux marocaines d'une façon permanente et soit vendre les produits de la pêche dans le pays même, soit les importer en France; les unes auront donc leur siège d'exploitation au Maroc même, à Casablanca ou, surtout, à Fédala; les autres enverront, par des bateaux-chasseurs, leurs poissons en France sur les côtes de la Méditerranée (Cette ou Marseille) ou sur celles de l'Océan.

Déjà, du reste, grâce à l'activité de nos pêcheurs boulonnais et arcachonnais, un certain nombre d'espèces, qui se rencontrent normalement sur les côtes du Maroc, sont connues sur les marchés français et, plus spécialement, aux Halles Centrales de Paris. C'est ainsi, par exemple, que, sous le nom de Daurades de Mauritanie, on commence à rechercher beaucoup le *Dentex vulgaris* C. V.; les grandes courbines (*Sciœna aquila* L.) sont également très appréciées, de même que les soles vulgaires et sénégaliennes, très abondantes sur les côtes mauritaniennes et, pour les premières, marocaines.

Quand on assiste à l'arrivée du poisson à la criée de Boulogne, on est frappé de voir de grands paniers remplis de magnifiques poissons d'un rouge plus vif que celui de nos daurades et d'un aspect un peu singulier; ce sont des *Beryx decadactylus* C. V., dont la vente est aujourd'hui courante et qui étaient inconnus sur le marché il y a quelques années seulement.

Un autre très beau et excellent poisson, extrêmement commun sur les côtes marocaines et surtout mauritaniennes et sénégalaises, est le *Temnodon saltator* Bl. Schn. La partie antérieure du corps contient beaucoup d'arêtes, mais la partie postérieure, qui en renferme moins, est extrêmement savoureuse et il est dommage que ce poisson ne soit pas rapporté en France en plus grandes quantités. La faune marocaine est, en effet, extrêmement intéressante, car elle est composée, à la fois, d'espèces de l'Atlantique nord, de la Méditerranée, des côtes de Mauritanie et du Sénégal. Il y a donc un mélange curieux de faune de mers froides et de mers tropicales, qui, de même que sur les côtes mauritaniennes, trouvent là un ensemble de conditions biologiques éminemment favorables à leur développement d'abord, et ensuite à la nourriture des alevins, puis des adultes, grâce à la quantité énorme de plankton qu'on rencontre, presque constamment, sur ces côtes privilégiées.

Sans vouloir, dans ce cadre restreint, donner une liste complète des espèces rencontrées sur les côtes du Maroc, nous pouvons indiquer, en quelques mots, celles qui sont les plus importantes aux points de vue commercial ou industriel.

Parmi les espèces les plus intéressantes à l'état frais, surtout pour la consommation française, nous devons, tout d'abord, citer le « merlus » (*Merlucius merluccius* L.), bien connu à Paris sous le nom de « colin ».

Cet excellent poisson se trouve sur les côtes du Maroc en assez grande abondance, et nos chalutiers d'Arcachon et de Boulogne vont le chercher, plus spécialement, dans la région d'Agadir.

Parmi les poissons capturés par les chaluts, nous pouvons citer encore: une autre gade, le tacaud (*Gadus luscus* L.), divers pleuronectes comme la sole vulgaire (*Solea vulgaris* Queens.) et d'autres espèces voisines (*S. lascaris* Riss, *Solea impar* Benn.), etc., en même temps que notre turbot national : (*Rhombus maximus* L.), pour ne citer que les principaux et les plus renommés sur les tables européennes.

D'autres espèces, plus communes, sont en général abondantes dans les chaluts; ce sont, par exemple : les sciœnes (*Sciœna aquila* L.), dont nous avons déjà parlé et qui peuvent atteindre 45 et 50 kilogs, les diagrammes (*Diagramma mediterraneum* Guich.), les sarges de diverses espèces, les pagres,

les daurades, dont une forme très commune sur nos côtes (*Chrysophyrs auratus* L.), des trigles ou grondins, etc., etc.

Les sardines, dont celle de nos côtes atlantiques (*Clupea pilchardus* Arted.) et d'autres espèces (*Cl. eba* C. V., etc.), qui paraissent très abondantes, pourraient probablement donner lieu à une industrie de conserves très florissante à la condition de posséder, pour la pêche et la conservation jusqu'à l'usine, un outillage approprié.

L'anchois (*Engraulis enchrasicholus* L.) existe également sur les côtes du Maroc, mais nous ne saurions dire en quelle quantité.

Dans la plupart des cours d'eau qui se jettent dans l'Atlantique et en particulier : l'Oued Sebou, l'O. Bou Regreg, l'O. Mellah et plus spécialement l'O. Oum er Rebëa, se trouvent quelques formes intéressantes. Les unes, comme les aloses (*Alosa finta* Cuv.) dont nous avons déjà parlé, les muges (*Mugil cephalus* L. et *M. capito* Cuv.), les anguilles (*A. vulgaris* Turt.), les bars, etc., remontent de la mer dans ces fleuves, soit pendant la plus grande partie de l'année, soit à des époques déterminées; d'autres, comme les *Barbus* de diverses espèces, y possèdent leur habitat normal et pourraient donner lieu à des pêches bien plus importantes que celles dont ils sont actuellement l'objet.

Nous devons signaler, enfin, la présence, dans les rochers de la côte marocaine et en particulier aux environs de Mogador, de nombreuses langoustes vulgaires (*Palinurus vulgaris* Latr.), qui sont, du reste, exploitées depuis quelques années par les pêcheurs bretons. Mais les atterrages sont fort mauvais dans cette région et c'est avec beaucoup de circonspection qu'il convient d'y travailler, car deux dundee, à notre connaissance, s'y sont déjà perdus, en venant, précisément, pêcher ces excellents crustacés.

Cet aperçu très succinct, mais qui signale des formes connues et partant très intéressantes, suffit, pensons-nous, à montrer le grand intérêt que présente l'industrie de la pêche bien comprise, dans les eaux marocaines, sans parler des côtes de la Méditerranée, pour lesquelles Tanger est le port d'attache tout indiqué.

Dès qu'un port sera ouvert aux chalutiers sur la côte Atlantique, il est certain que cette industrie bien conduite devra donner des résultats très satisfaisants, aussi bien par la vente du poisson frais pour les grands centres côtiers et par la préparation du poisson sec pour l'intérieur que par l'industrie des conserves sur la côte.

Le Maroc étant, sur de vastes espaces, un pays agricole par excellence, il pourrait aussi être intéressant de joindre à la pêche la préparation des engrais avec tous les déchets et mauvais poissons, après extraction de l'huile dont la vente est assurée sur tous les marchés européens.

Mais là, comme ailleurs, il ne s'agit pas d'aller trop vite et à la légère. L'installation d'une semblable industrie ne doit pas se faire sans capitaux suffisamment importants et sans une étude préalable très sérieuse de la question. Enfin, comme partout, la réussite d'une semblable affaire dépendra surtout de l'homme qu'on mettra à sa tête. Les affaires ne manquent pas, les capitaux non plus, les hommes capables de les bien mener, à tous les points de vue, sont beaucoup plus difficiles à trouver! Là gît la véritable difficulté!

A. Gruvel.

LES FORÊTS DU MAROC

Le Maroc présente trois zones forestières très distinctes.

I

Au nord-ouest, dans la région comprise entre Casablanca, Méhedya et Meknès, s'étend la zone du chêne-liège, dont le principal massif est celui de la Mâmora. Cette immense forêt, qui n'a pas moins de 125.000 hectares de superficie, s'étend de la route de Salé à Kénitra à l'ouest, jusqu'à l'Oued Mouzine à l'est, c'est-à-dire sur une longueur de 60 kilomètres environ et une largeur moyenne de 30. Elle est peuplée de chêne-liège pur, en mélange sur certains points avec le poirier sauvage (*Pirus longipes*). On y trouve, notamment dans la partie centrale, de très beaux arbres; mais, dans l'ensemble, le boisement est de dimensions moyennes, sauf vers l'ouest où l'on rencontre de jeunes peuplements sur souches résultant d'exploitations de charbonniers, qui présentent souvent une vigueur extraordinaire.

Située sur un vaste plateau de sables pliocènes d'une altitude moyenne de 100 à 150 mètres, la Mâmora est caractérisée, au point de vue forestier, par l'absence presque complète d'un sous-étage ligneux; on n'y trouve pas cette broussaille épaisse de *Philaria*, arbousiers, bruyères, myrtes, qui rend si difficile l'accès et l'exploitation des forêts de chêne-liège d'Algérie et de Tunisie; le sous-bois, peu dense, est constitué par un tapis herbacé mé-

langé d'espèces sous-ligneuses ne gênant en rien la circulation, parmi lesquelles nous citerons en première ligne la grande marguerite, si commune dans la région des Beni Ahssen (*Ornemis mixta*), le *Daphne Gnidinium*, le *Citisus linifolius*, le *Tymelea lytroïdes*, la *Lavandula Stœchas*, etc... L'aspect général de la forêt est celui d'un immense parc.

La Mâmora renferme de très beaux cantons; par contre, la partie située à l'ouest de l'Oued Fouarat et de Camp Monod a été sur bien des points dévastée par les charbonniers et surtout par les écorceurs; le peuplement devient alors très clair et se compose surtout de vieux chênes-liège. Pour récolter quelques livres de tanin sur des arbres de 2 à 3 mètres de tour, susceptibles d'en produire normalement plusieurs quintaux, les écorceurs ont mutilé et détruit des cantons entiers ; de leur côté, les charbonniers de Rabat et de Salé ont abattu sans le moindre discernement des peuplements du plus bel avenir.

La forêt a été parcourue sur presque toute son étendue par de fréquents incendies qui, sans détruire les arbres protégés par leur armure subéreuse, en ont cependant fortement ralenti la végétation. Pour cette même raison, on n'y trouve que très rarement des éléments de régénération, les jeunes plants ayant été tués par le feu.

La mise en valeur et l'exploitation de ce vaste massif seront donc des plus délicates et ne devront être entreprises qu'avec une extrême prudence. Il sera en tous cas indispensable de procéder au préalable à de nombreux travaux de protection contre l'incendie.

Il existe en Chaouia, chez les Zaër, les Zemmour, d'autres boisements importants de chêne-liège. Nous nous bornerons à citer : la forêt de Camp Boulhaut, située sur des quartzites entre l'Oued Nefifikh et l'Oued Cherrat, qui a environ 10.000 hectares, et qui est peuplée d'arbres jeunes; celle des Zaër, entre l'Oued Cherrat et l'Oued Korrilla, qui se présente sous un aspect moins satisfaisant et qui a été dévastée par les écorceurs et les charbonniers; sur la plupart des pointe, dans la région des Zaër, la forêt est d'ailleurs en voie de régression; la forêt des Séoul, chez les Zemmour, celle de Temmara près de Rabat, etc... D'autres massifs importants, renfermant des arbres énormes, ont été signalés dans le Tafoudeït, dans la région d'Oulmès et aussi chez les Zaïan.

Il est assez difficile d'évaluer la surface totale occupée par le chêne-liège au Maroc; il est probable, cependant, qu'elle n'est pas inférieure à 250.000 hectares, susceptibles d'exploitation. On peut donc considérer cette partie du domaine forestier du Makhzen comme une importante source de revenus pour les finances du Protectorat.

(Cliché L. G.)

Fig. 38. — *Jeunes peuplements de chêne-liège dans la forêt de Camp Boulhaut.*

Malheureusement, les forêts de cette zone sont le théâtre de dévastations de toute nature, auxquelles certains Européens ne sont pas demeurés étrangers.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé pour la Mâmora, les boisements de chêne-liège sont pour la plupart ravagés par les charbonniers et les fabricants de tanin. Cette situation n'a fait que s'aggraver durant ces dernières années, et l'on ne doit pas se dissimuler qu'étant donnée l'intensité de la consommation du charbon depuis l'occupation française, les boisements encore existants disparaîtraient rapidement si l'on ne prenait sans tarder d'énergiques mesures de protection.

Le Service forestier devra donc, en premier lieu, s'efforcer d'apporter un remède à un semblable état de choses, tout en respectant dans la plus large mesure les habitudes et les usages des indigènes. Il devra également, dès qu'il aura les ressources nécessaires, se préoccuper de l'aménagement et de la mise en valeur des boisements de chêne-liège. Cette partie de sa tâche sera particulièrement délicate et devra être conduite avec beaucoup de prudence et de discernement, en raison de la situation physiologique de nombreux peuplements ravagés par les incendies.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, il sera indispensable de procéder préalablement à toute exploitation à d'importants travaux de protection contre le feu.

II

Dans le Moyen-Atlas, principalement sur le territoire des Beni M'Tir et des Beni M'Guild, s'étend la zone forestière du cèdre, qui peut être considérée comme l'une des plus intéressantes du Maroc.

Les premiers boisements que l'on rencontre au sud de Meknès sont ceux de Jaba, situés sur le plateau calcaire jurassique d'El Hadjeb, entre Ifrane et Ito, à une altitude moyenne de 1.400 mètres.

Cette forêt, incendiée autrefois sur l'ordre de Mouley Hassan et qui s'étendait, paraît-il, jusqu'à El Hadjeb, est peuplée de chêne-vert et de chêne zéen. Les boisements de chêne-vert, qui ont été l'objet de dévastations de toute nature, sont généralement médiocres ; par contre, ceux de chêne zéen, qui occupent les coulées basaltiques plus fertiles, sont de belle venue et renferment de très beaux sujets.

(Cliché L. G.)

Fig. 39. — *Cèdres dans l'Atlas (Beni M'Guild).*

La forêt de Jaba se relie insensiblement au grand massif des Beni M'Guild, qui s'étend au delà d'Azrou et de la fertile vallée de Tigrira (Oued Behts supérieur), sur les versants du Moyen Atlas, entre 1.400 et 2.500 mètres d'altitude. C'est par excellence la zone du cèdre qui, tout d'abord en mélange avec le chêne-vert et le chêne zéen, devient à partir de 1.800 et 2.000 mètres l'essence principale. Cette région du cèdre, où l'eau est très abondante et les rivières poissonneuses (on y trouve de la truite), et dont certains cantons rappellent les paysages des Vosges et du Jura, est à coup sûr l'une des plus belles du Maroc. La forêt présente des peuplements magnifiques à végétation très vigoureuse, où les cèdres de 7 à 8 mètres de tour ne sont pas rares.

Les cèdres du Maroc ont généralement un port beaucoup plus régulier que ceux d'Algérie, qui sont en grande partie écimés. Leur régénération paraît également mieux assurée ; alors que dans l'Aurès, par exemple, les forêts de cèdres ne se régénèrent plus, la forêt marocaine présente plusieurs étages de végétation avec de jeunes sujets de toute taille. Le sous-bois est constitué le plus souvent par du chêne-vert buissonnant.

Plus bas que le cèdre, ou en mélange avec lui, se trouvent de belles futaies de chêne-vert qui seront susceptibles d'alimenter plus tard en combustible une partie du Maroc. On y trouve aussi de l'if, des érables, etc...

La grande forêt de cèdre s'étend, dans la direction est-ouest, d'En Nacer jusqu'à Khenifra, et vers le sud jusqu'à la Moulouya, soit sur 100 à 120 kilomètres de longueur et 50 à 60 de largeur. En profondeur elle serait, paraît-il, entrecoupée de vastes pâturages et affecterait ainsi le facies des prés-bois du Jura. La valeur économique d'un semblable massif est néanmoins considérable et il est vraisemblable qu'il constituera dans l'avenir une importante source de revenus pour les finances du Protectorat.

Le cèdre possède, en effet, des qualités remarquables comme bois d'œuvre : la régularité et la finesse de ses accroissements, la facilité avec laquelle il se travaille, son imputrescibilité l'ont toujours fait rechercher par les Marocains. Les belles et artistiques menuiseries de Marrakech, de Fez et de Meknès sont en cèdre.

Malheureusement, ces magnifiques boisements sont le théâtre d'exploitations déréglées qui n'ont fait que s'accentuer depuis notre occupation, en raison du développement continu des constructions civiles et militaires dans les régions de Meknès et de Fez.

Les indigènes ne savent pas débiter le cèdre et ne tirent le plus souvent d'un arbre de cent vingt-cinq à cent cinquante ans qu'un madrier de 4 à 5 mètres de longueur et de 7 à 8 centimètres d'épaisseur. Comme des milliers de ces madriers sont transportés chaque mois à dos de mulet à Fez et à Meknès, on ne doit pas se dissimuler que de semblables pratiques aboutiront à brève échéance à la

ruine de la forêt et à la disparition d'une essence des plus précieuses, fournissant un bois d'ébénisterie de tout premier ordre, dont la valeur ne fera que croître dans l'avenir en raison de la pénurie du bois d'œuvre dans le monde.

Une situation aussi regrettable ne pouvait manquer d'attirer l'attention de M. le général Lyautey, qui s'est immédiatement préoccupé de faire rechercher par ses services les moyens de mettre un terme au gaspillage du cèdre. En attendant que l'on puisse exercer un contrôle efficace sur les exploitations de cèdre de l'Atlas, un certain nombre de mesures tendant à restreindre l'usage du cèdre dans la charpente et la menuiserie commune et à faciliter l'importation des bois du Nord ont déjà été adoptées et des instructions ont été données aux Services publics intéressés.

On ne possède que des renseignements très vagues et parfois contradictoires sur la situation forestière du Grand Atlas. On sait cependant qu'il s'y trouve des boisements très importants, notamment dans la région de Demnat, et que les essences les plus communes sont le chêne vert, le thuya, le pin d'Alep, le genévrier de Phénicie.

Nous avons donc jusqu'ici retrouvé au Maroc la même flore forestière qu'en Algérie et en Tunisie.

III

Il y existe cependant, dans le Sud, une troisième zone forestière, caractérisée par une essence, l'arganier, qui n'appartient plus à la flore de l'Afrique du Nord, mais à celle de la Sénégambie.

L'arganier (*Argania Sideroxylon*) est un arbre toujours vert de la famille des Sapotacées, dont le port rappelle celui de l'olivier. Il est absolument inconnu en dehors du Sud marocain, où il ne recouvre qu'une étendue limitée. A l'île Madère, qui se trouve sur le même parallèle que Mogador, on remarque un arbre appartenant à la même famille, le *Sideroxylon Marmulano*. M. Louis Gentil, qui a consacré à l'arganier une notice extrêmement intéressante à laquelle nous avons emprunté les divers renseignements qui suivent, a indiqué les limites de son aire géographique[1].

Cette essence se rencontre chez les Chiadma, les Haha, les Mtouga, les Ida ou Tanan; elle remonte le long du littoral jusqu'auprès de Safi et s'étend à la plus grande partie de la vallée du Sous, et même, paraît-il, dans la région littorale du Tazeroualt jusqu'à l'Oued Noun.

L'arganier ne constitue pas des forêts comparables à celles de chêne-liège ou de cèdre; ses boisements ne comportent que des arbres isolés ou par touffes.

Au sud de Mogador, il est fréquemment associé au thuya et il forme de belles forêts, notamment sur les bords de l'Oued Tidzi.

(Cliché L. G.)

Fig. 40. — *Arganier au pied du Dj. Hadid (Chiadma).*

Mais la belle plaine du Sous constitue la région de prédilection de l'arganier ; il y règne en maître aux dépens de toute autre végétation et forme des forêts interrompues seulement par des clairières qui sont livrées à la culture.

« Cette essence, dit M. Louis Gentil, paraît tout à fait indifférente à la nature du sol : les terrains primaires, secondaires et tertiaires, aussi bien argileux, calcaires que siliceux, sont susceptibles d'offrir un sol favorable à son essor. Il faut donc admettre que sa dissémination est en relation étroite avec le climat.

« L'arganier ne peut vivre qu'au-dessus d'une température déterminée et à la faveur de l'humidité du littoral atlantique. »

Dans la région de Mogador, on ne le trouve que jusqu'à 45 kilomètres du littoral et à une altitude inférieure à 500 mètres. Plus au sud, au contraire, on le rencontre à 80 kilomètres de la côte et à 1.000 mètres d'altitude, chez les Aït Moussi et au Col des Bibaoun. Enfin dans le Sous, qui participe au climat saharien, son extension est encore plus

[1] Louis Gentil : *Explorations au Maroc*, p. 34[illegible] et suiv. Masson et Cie, éditeurs, 1906.

grande : on le trouve jusqu'à 1.300 mètres d'altitude à 150 kilomètres de la mer.

Le bois d'arganier est dur, compact, très résistant; les indigènes ne l'utilisent guère jusqu'ici que pour le chauffage. Son fruit est une drupe rappelant l'olive; les animaux en sont friands. Les indigènes retirent de l'amande, après avoir concassé le noyau, une huile à saveur accentuée qui constitue la nourriture exclusive de certaines populations pauvres.

Le thuya est également très répandu dans la zone de l'arganier. On le rencontre chez les Haha, les Ida ou Guelloul et les Ida ou Tanan; il paraît se cantonner sur les terrains calcaires, et s'élève jusqu'à 1.500 mètres. Les indigènes l'utilisent pour en tirer la gomme sandaraque en pratiquant de larges incisions dans le tronc. Cette exploitation, qui est paraît-il assez avantageuse, en raison du prix élevé de cette résine, pourrait être perfectionnée dans l'avenir et conduite d'une façon plus méthodique.

Boudy,
Chef du Service des Eaux et Forêts du Protectorat.

L'HYDRAULIQUE AGRICOLE AU MAROC

Des pays de notre domaine de l'Afrique du Nord, le Maroc, comme on sait, est celui qui est doté des rivières ayant le plus grand débit. Aussi les questions d'hydraulique agricole, d'un intérêt primordial dans les régions chaudes, présentent au Maroc un intérêt encore plus considérable qu'en Algérie et en Tunisie.

Les questions d'hydraulique agricole ne se séparent pas d'ailleurs des questions des forces hydrauliques et des questions de navigation intérieure. En sorte qu'il est essentiel que le Gouvernement du Protectorat ait au plus tôt, au Maroc, une politique de l'eau sous ses trois aspects, d'hydraulique agricole, de forces hydrauliques et de navigation intérieure.

De ces trois politiques la plus importante est, sans contredit, la politique de l'hydraulique agricole. Par suite, en effet, des conditions climatériques et du régime des rivières, un canal, en cette région du globe, doit d'abord être un canal d'irrigation ou d'asséchement et servir ensuite accessoirement à la navigation.

Les travaux d'hydraulique agricole, intéressants dans toutes les parties du Maroc, sont destinés à y prendre en certains points une ampleur comparable aux grands travaux d'irrigation de l'Egypte ou des Indes Anglaises.

Par exemple, une des parties du Maroc à laquelle on peut prédire le plus brillant avenir agricole est la plaine du Sebou.

Cette grande plaine comprend 350.000 hectares environ de terrains alluvionnaires; elle a la forme générale d'un trapèze dont les bases, orientées Ouest-Est, ont respectivement 30 et 100 kilomètres de longueur et dont la hauteur, dirigée Nord-Sud, a 50 kilomètres. On dirait un vaste delta du fleuve Sebou qui y décrit un arc de circonférence, dans une direction générale Est-Ouest, avec de nombreux méandres, et avec une pente insensible, puisque depuis Moueline-el-Bab, entrée du fleuve dans la plaine, jusqu'à Méhedya, son débouché dans l'Atlantique, on compte une dénivellation de 25 à 30 mètres seulement sur un développement de plus de 300 kilomètres.

Cette plaine, sur laquelle se déversent les eaux de crue du Sebou et de ses affluents, est à l'état nature, tel le delta du Nil à l'époque préhistorique. Le pays, trop plat pour que les eaux se soient créé elles-mêmes un réseau de drainage, est couvert de marécages. Au contraire, à d'autres moments, pendant la saison sèche, quand les rivières sont rentrées dans leur lit, au lieu d'avoir à déplorer l'abondance des eaux, on a à se plaindre de la sécheresse, sans qu'aucun travail ait été fait pour utiliser les eaux précieuses de ces rivières qui vont se perdre dans l'océan.

Il faut envisager dès maintenant l'aménagement de cette magnifique plaine.

A cet effet, pour mettre le pays à l'abri des inondations intempestives qui, au lieu de féconder le sol, viennent, au contraire, détruire les cultures d'hiver (céréales), il faudrait enclore le Sebou et ses affluents de digues longitudinales assez espacées pour permettre sans débordement l'écoulement à la mer des plus grandes crues.

Après s'être rendu maître des eaux quelquefois dévastatrices, il faudrait assurer l'écoulement régulier des eaux de pluie tombant sur une aussi vaste étendue. L'eau qui séjourne n'est pas toujours un élément fécondant; il faut que l'eau en excès s'écoule, et n'attende pas pour disparaître que le soleil en provoque l'évaporation. D'où nécessité de construire tout un réseau de canaux de desséchement, faisant disparaître, non seulement les marais, mais assurant l'égouttement régulier de toutes les terres, au grand bénéfice des cultures, blés, orges...

Enfin, il s'agit non seulement d'améliorer les cultures existantes, à savoir les cultures d'hiver blé, orge, etc.), mais il faut créer des cultures

nouvelles, les cultures riches d'été telles que le coton. On y arrivera par des irrigations artificielles pratiquées pendant la saison chaude et sèche de l'été. Si l'on considère que le débit d'étiage du Sebou est de 40 mètres cubes à la seconde, on se rend compte qu'il est possible d'assurer l'irrigation de 50.000 hectares de terrains; ainsi, grâce au notable débit d'été du grand fleuve du Maroc, il semble que les irrigations d'été, qui ne sont pratiquées que sur une échelle infime en Algérie et en Tunisie, et qui exigent la construction de réservoirs coûteux et d'un entretien difficile, sont assurées du succès au Maroc et produiront des richesses comparables à celles dont l'Egypte du Nil leur est redevable.

Tous ces travaux, ces digues, ces canaux de drainage ou d'irrigation, dont les grandes artères serviront d'ailleurs à la navigation, — tous ces travaux, disons-nous, sont des travaux considérables, qui ne peuvent être entrepris qu'après des études préparatoires longues et coûteuses, et nécessiteront des sommes importantes. D'après des travaux similaires, d'aussi grande envergure, nous estimons la dépense totale comme devant s'élever de 40 à 50 millions de francs, à l'exclusion d'ailleurs des canaux et drains secondaires incombant aux usagers, — cette dépense devant être réalisée par tranches successives à espacer sur une durée totale de quinze ou vingt ans.

Il ne faudrait pas, sous prétexte que l'œuvre est de longue haleine, qu'on en ajourne à demain la mise en train. Que de travaux d'hydraulique agricole ont attendu indéfiniment sous prétexte qu'ils demandaient deux ou trois années d'études préliminaires! Les ingénieurs français se sont trop souvent attiré à ce point de vue les critiques de l'étranger, dans la comparaison qu'on a pu faire de leur façon de procéder avec celle des ingénieurs anglais ou américains.

Il a fallu, dit-on, l'occupation anglaise en Egypte, pour assister à une magnifique éclosion de travaux d'irrigation dans un pays où certes les ingénieurs français ont fait de grandes choses — le canal de Suez de de Lesseps et le barrage du Nil de Mougelbey en font foi — mais où ils ont agi avec trop de lenteur. Comparez, dit-on encore, les immenses travaux d'irrigation exécutés dans les Indes Anglaises et Hollandaises aux travaux similaires poursuivis en Indo-Chine, travaux où nous n'avions qu'à ne pas vouloir ignorer ce que faisaient les autres et qui ont eu tant de peine à se faire admettre dans les programmes de Travaux publics. Comparez, dit-on ensuite, la stagnation des travaux d'hydraulique agricole en France et l'ample développement de ces travaux en Amérique où, sur des surfaces considérables, des terres arides sont devenues, grâce à l'eau, des terres fertiles. Comparez, dit-on enfin, ce que font les Compagnies françaises et les Compagnies allemandes qui ont des concessions de chemins de fer en Turquie : les unes et les autres construisent et exploitent également bien les chemins de fer qui leur sont concédés, mais tandis que les premières restent exclusivement dans leur rôle de transporteur, les secondes s'occupent du développement des pays qu'elles traversent en exécutant dans les régions agricoles des travaux d'irrigation que la Compagnie du chemin de fer de Bagdad vient de terminer dans la plaine de Konia, au centre de la Turquie d'Asie, travaux qui ont duré cinq ans et qui ont coûté près de 20 millions.

Il sera de l'honneur des ingénieurs français que cette liste de comparaisons défavorables soit close et qu'elle ne s'allonge pas encore du fait du Maroc. Il n'y a pas au Maroc que la plaine du Sebou; il y a, peut-être aussi intéressantes qu'elle, la plaine de Marrakech et beaucoup d'autres encore remarquables par leur fécondité; il faut que, dans ce nouveau champ d'action, la France, prise d'une noble émulation, fasse au Maroc, en matière d'irrigation, une œuvre encore plus belle, si possible, que celle que l'Angleterre a réalisée en Egypte, au grand profit des peuples protégés.

L'emprunt marocain de 170 millions de francs, qui vient d'être approuvé par les Chambres, ne contient que des prévisions insignifiantes pour ce qui regarde les travaux qui nous intéressent ici; il y est, en effet, inscrit un crédit de 1 million qui suffira tout juste à amorcer les irrigations dans la plaine du Sebou et qui pourrait être affecté, en partie du moins, très utilement aux études de ladite plaine. Mais le Gouvernement a la possibilité de faire un appel en la circonstance à l'initiative privée; sans doute, la collaboration de l'Etat et des Compagnies privées est une question particulièrement délicate en une pareille matière où entrent en jeu tant de facteurs différents : travaux à exécuter par tranches successives et s'échelonnant sur une longue période d'années, difficulté de changer les habitudes agricoles d'un pays et lenteur des progrès à réaliser, etc.; tout cela montre le soin qu'il faudra mettre à rédiger la formule d'association entre le Gouvernement et les particuliers.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de formuler un desideratum qui intéresse au plus haut point la plaine du Sebou.

L'emprunt dont nous venons de parler contient, au titre du cadastre, un crédit de 1.500.000 francs. Une partie de ce crédit ne pourrait avoir de meilleure utilisation que son emploi pour délimiter, d'une façon générale dans la plaine du Sebou, les terres de diverses catégories : terres du domaine

public, biens habous, terres de tribus, etc... Il ne s'agit pas de cadastre nivelé à 25 francs l'hectare, mais de travaux rapides de levés de plans, analogues à ceux exécutés en Tunisie par le Service topographique de la Régence à des prix infimes, quelques décimes l'hectare. Ce travail, qui ne peut être fait que par le Gouvernement ou tout au moins par un entrepreneur sous son autorité directe, est indispensable pour que l'initiative privée puisse offrir au Protectorat son concours dans les conditions les plus avantageuses pour l'intérêt général. Y.

LE COMMERCE DU MAROC

I. — Facteurs du commerce.

Le commerce du Maroc est influencé par un certain nombre de facteurs géographiques, économiques et sociaux qu'il importe d'examiner tout d'abord [1].

§ 1. — Facteurs géographiques.

Les conditions climatiques sont particulièrement favorables, d'une part, à l'établissement des Européens et, d'autre part, à la production des denrées agricoles de la zone tempérée, qui donnent la caractéristique de son exportation. L'Atlas partage inégalement le Maroc en deux versants entre lesquels les communications sont difficiles, en dehors du couloir de Taza, voie naturelle de la Méditerranée à l'Atlantique. Par contre, la façade occidentale domine une large plaine à travers laquelle il sera facile d'organiser les moyens de transport qui font actuellement défaut. En attendant, le commerce se fait principalement par mer, malheureusement entravé sur la côte atlantique par l'absence de ports naturels et la présence d'une barre marine qui gêne considérablement pendant l'hiver l'accostage des navires.

§ 2. — Facteurs économiques.

L'outillage commercial du Maroc est encore en pleine période d'études; l'organisation débute à peine. Jusqu'à l'établissement du protectorat français, le pays ne possédait ni routes, ni ponts; les pistes ne sont formées que d'une réunion de sentiers et les rivières se passent à gué lorsqu'elles sont praticables. La direction de la piste n'a aucun sens géographique, la route naturelle n'existe pas et c'est la question de sécurité qui oriente le convoyeur. Les transports sont ainsi coûteux et incertains, effectués par caravane (fig. 41) sur animaux porteurs : chameau, mulet et âne. Le prix diffère d'après la région traversée, la saison, la nature et l'emballage de la marchandise, l'offre et la demande.

Le Protectorat travaille activement à améliorer cette situation : on a commencé en Chaouïa l'empierrement et l'adoucissement des pistes, des plantations d'arbres, la construction d'une passerelle sur l'oued Afata, l'installation d'un bac sur l'Oum er Rebëa, le creusement de puits, l'établissement de marchés couverts.

Des pistes carrossables ou empierrées seront aménagées dans toutes les régions de plaines fertiles : de Casablanca à Rabat, à Mazagan, à Marrakech, à Meknès. Le trajet Mazagan-Marrakech (220 kilomètres) vient déjà d'être effectué en automobile en huit heures de temps.

Cinq voies ferrées sont projetées et à l'étude : Tanger-Meknès-Fez, qui doit être construite la première d'après le traité franco-allemand de 1911, Casablanca-Rabat-Meknès, Oudjda-Taza-Fez, Rabat-Méhedya-R'arb et Casablanca-Marrakech [1]. Deux considérations s'imposent en matière de chemins de fer : faire surtout de l'étendue, — mieux vaut 4 kilomètres à 50.000 francs qu'un seul kilomètre à 200.000 francs, — et témoigner, dans l'organisation de l'ensemble du réseau, de plus d'unité de vues qu'en Algérie, par exemple, où l'on trouve encore aujourd'hui deux sortes de voies, cinq compagnies et six qualités de matériel [2]. Des voies ferrées stratégiques, uniquement accessibles aux transports militaires, unissent Casablanca à Settat et à Rabat, tandis qu'une voie du même genre est en construc-

[1] On consultera sur le commerce du Maroc :
Augustin Bernard : Le Maroc. In-8°, Paris, F. Alcan, 1913.
Aug. Terrier et J. Ladreit de Lacharrière : Pour réussir au Maroc. In-8°, Paris, Pierre Roger et Cie [s. d.] (1912).
Ch. René Leclerc : Le Maroc. Notice économique. In-18, Paris, F. Geuthner, 1911.
Id. : La situation économique du Maroc (1908-1909). In-8°, Oran, Fouque, 1910.
Id. : Le commerce et l'industrie à Fez. In-8°, Comité du Maroc, 1905.
J. Ladreit de Lacharrière : L'œuvre française en Chaouïa. In-8°, Comité du Maroc, 1911.
C. Fidel : Les intérêts économiques de la France au Maroc. Le commerce du Maroc en 1900 et 1901. In-8°, Paris, Challemel, 1903.
Périodiques : *L'Afrique française*, organe du Comité du Maroc, Paris; *la Revue marocaine*, Paris; *l'Indicateur marocain*, Tanger; *la Dépêche marocaine*, Tanger; *la Vigie marocaine*, Casablanca; *Notices* publiées par l'*Office national du commerce extérieur*, Paris; *Bulletin du Syndicat international pour la défense des intérêts économiques au Maroc*, Tanger.

[1] Voir l'article sur les voies de communication, p. 336.
[2] A. Colliez : La situation au Maroc. *Revue politique et parlementaire*, 10 juin 1913.

tion de Kénitra, sur le Sebou, vers la région de Meknès.

Le chemin de fer, sans parler de son influence énorme au point de vue de la pacification, est d'autant plus indispensable que les transports sur route, grâce à leurs prix élevés, ne peuvent être utilisés pour une importante quantité de marchandises, les matériaux de construction, par exemple, et c'est alors l'impossibilité de bâtir ou l'obligation de le faire dans des conditions tellement onéreuses que l'on parle de « crise des loyers » dans toutes les villes marocaines où s'installent les Européens. Ajoutons vite que cette crise résulte, pour une part au moins égale, de la pernicieuse fièvre de spéculation qui arrête toute autre initiative et menace de paralyser l'essor des villes[1].

L'absence de ports naturels, la présence de la barre, les mauvais temps si fréquents sur la côte en hiver, enfin le défaut d'outillage, augmentent les difficultés de transbordement, les rendent impossibles parfois pendant des semaines; le prix des frets est majoré en hiver de 30 à 40 °/₀ et il arrive même fréquemment, à cette saison, que des commerçants sont obligés de payer la marchandise avant de l'avoir reçue, alors qu'elle est expédiée depuis plusieurs mois. Cette difficulté de renouveler les stocks, par la seule voie de communication dont le commerce dispose, produit un renchérissement de la vie qui vient s'ajouter à la crise des loyers. Aussi bien et primant la question des chemins de fer, se pose celle d'organisation des ports. Nous avons exposé autrefois aux lecteurs de la *Revue* les raisons très sérieuses qui obligeaient à porter la plus grande partie des dépenses sur un port unique, qui est Casablanca[1]. L'adjudication est faite, les travaux vont commencer; là encore, il faut faire vite pour ne pas entraver l'extension énorme prise par le commerce local et régional. Cette concentration de l'outillage maritime ne saurait empêcher que des améliorations importantes soient apportées, avec de moindres frais, à Méhedya-Kénitra, Rabat, Mazagan, Safi, Mogador.

A la question d'outillage des ports est liée l'amélioration du service des douanes au point de vue

Fig. 41. — *Une caravane, de Tanger à Fez.*

[1] A Rabat, une masure mauresque se loue 150, 250 et 350 francs par mois; un baraquement en bois atteint les mêmes prix. — J. Ladreit de Lacharrière : Le développement et les ressources du Maroc occidental en 1912. *L'Afrique française*. Supplément de janvier 1913.

[1] Pierre Clerget : Le port de Casablanca. *Revue gén. des Sciences*, 30 janvier 1913.

des soins à donner aux marchandises, de l'agrandissement des locaux et de l'estimation des pro-

Fig. 42. — *Traversée du Sebou.*

duits, qui est partout la grosse difficulté inhérente au système des droits *ad valorem*. Ceux-ci sont fixés par les traités internationaux à 10 °/₀ à l'importation, avec une surtaxe de 2,50 °/₀, fixée par l'Acte d'Algésiras en vue d'alimenter la Caisse spéciale des travaux publics. Quelques produits supportent une taxe inférieure, tandis que la plupart des produits agricoles sont taxés à l'exportation, ce qui est une lourde entrave au commerce.

Le régime monétaire constitue une autre difficulté; il est compliqué par la différence de change qui existe non seulement entre le franc et la peseta espagnole, mais surtout avec les monnaies marocaines; et ces différences varient entre chaque place. L'or fait prime de 2 à 3 °/₀. La Banque d'Etat du Maroc a émis des billets de 100 pesetas hassani et des bons de caisse, acceptés par la douane, qui rendent de grands services.

En pays neuf, les banques jouent un rôle de

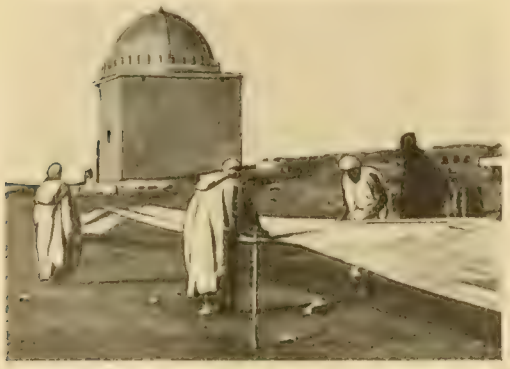


Fig. 43. — *Tisserands à Fez.*

premier ordre; elles sont déjà nombreuses dans les ports et les nôtres sont prépondérantes, tout particulièrement à Casablanca. Le crédit, qui est avant tout affaire personnelle, est bon, en général, pour le commerce de gros, même pour les maisons indigènes, mais les délais sont longs, de quatre à six mois à dater de l'expédition des marchandises. Le change élevé, que nous avons signalé plus haut, favorise les exportations, mais il nuit au commerce d'importation et contribue à renchérir les produits à l'intérieur.

Le commerce de gros se fait par l'intermédiaire des censaux et mokhalats, courtiers indigènes, juifs ou musulmans, bien dressés depuis de longues années et liés par contrats aux exportateurs, vers lesquels ils drainent et rassemblent les produits du pays. Ils demandent un choix judicieux. Jouissant de la protection consulaire, comme les associés agricoles, leur nombre est devenu excessif en même temps qu'il est fréquemment la source de complications politiques[1].

Le commerce de détail est loin d'être encore suffisamment organisé; il se heurte à la difficulté de trouver des locaux et à la cherté des loyers.

Fig. 44. — *Boutique de potier à Fez.*

Sauf en ce qui concerne l'établissement de grands magasins, où de gros capitaux sont nécessaires, nos compatriotes se heurtent à la concurrence indigène et surtout israélite et espagnole, favorisée par un étalon de vie peu coûteux.

§ 3. — Facteurs sociaux.

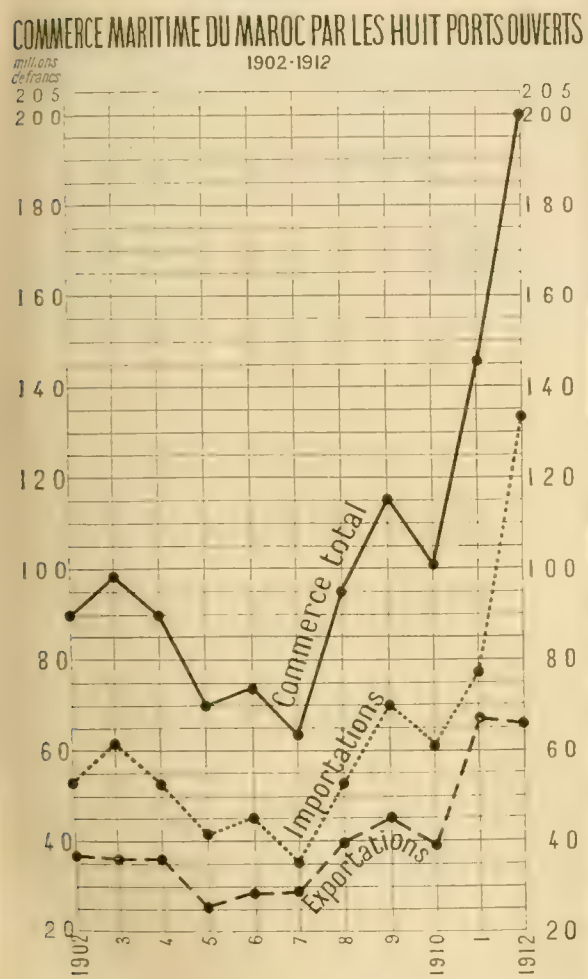
La population du Maroc, d'après les plus récentes évaluations, serait comprise entre trois et quatre millions d'habitants[2]. Population en grande partie rurale, sédentaire ou nomade, pressurée par les caïds et dont la faible densité ne s'explique que par l'anarchie politique, son pouvoir d'achat est des plus réduits et varie suivant l'état des récoltes.

[1] Cf. R. de Caix : La question de la protection au Maroc. *Revue marocaine*, 5 mai 1913.

[2] Cf. R. de Caix : La population du Maroc. *L'Afrique française*, mai 1913.

L'abri est rudimentaire, le vêtement est en grande partie fabriqué par l'industrie familiale indigène et la nourriture a pour base la farine d'orge, les légumes et, dans une moindre mesure, les produits de l'élevage. L'importation se composera donc surtout d'articles à bon marché, adaptés au faible pouvoir d'achat de la population et aux usages d'un peuple traditionaliste. La clientèle marocaine exige des pièces d'étoffe de telle longueur, de telle

Tableau I.



couleur, de telle qualité, des pains de sucre de telle marque, de tel poids défini et invariable, de tel empaquetage déterminé. L'industriel et le commerçant doivent se conformer à ces exigences. Enfin, les procédés agricoles rudimentaires influent défavorablement sur la qualité des produits exportés, procédés qui seront fort lents à améliorer.

II. — Voies commerciales.

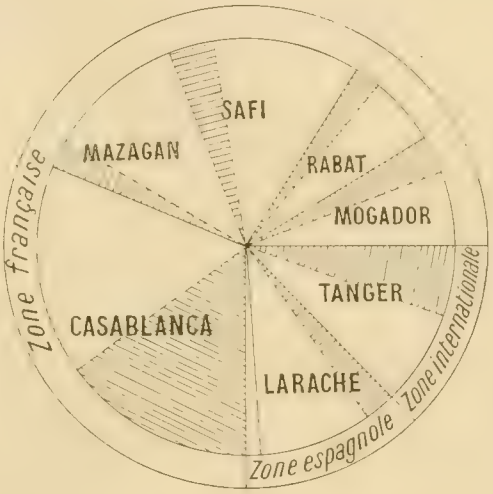
Le commerce marocain emprunte quatre voies différentes : les huit ports ouverts, les présides espagnols, les confins algériens et la zone saharienne.

§ 1. — Ports ouverts.

En 1911, la dernière année dont nous ayons les chiffres complets, la part du commerce marocain correspondant aux huit ports ouverts représentait 74 %, contre 16 % pour la part des confins algériens et 10 % pour celle des présides espagnols. Le tableau I en montre les fluctuations de 1902 à 1912. De 1902 à 1904, ce sont les chiffres des statistiques consulaires, de 1905 à 1907 ceux de l'Emprunt marocain, et depuis 1908 ceux du Comité des douanes.

Le Maroc n'exportant en très grande partie que

Tableau II.



Commerce maritime du MAROC en 1912
Part de la France dans chaque port ouvert.

des produits agricoles, les valeurs correspondantes dépendent de l'état des récoltes, en rapport direct avec les facteurs climatiques et l'état politique du pays. Les importations sont sensiblement proportionnelles, puisqu'elles dépendent du pouvoir d'achat des indigènes et que ces derniers ne savent pas thésauriser. Leur bond énorme en 1912 provient de l'afflux des immigrants, de la hausse des prix et des besoins du corps expéditionnaire. La diminution des exportations est causée par une récolte médiocre, par les nombreux marchés passés sur place par l'Intendance militaire et par l'état anarchique des régions en révolte.

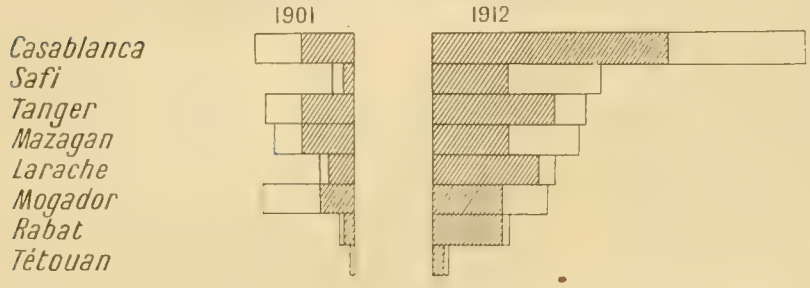
L'excédent notable et constant des importations sur les exportations est d'autant plus à souligner qu'il ne provient pas encore des dépenses d'outillage qui grèvent les pays neufs. Les différences qui

résultent de cette situation défavorable doivent être soldées par les introductions de numéraire provenant des emprunts du Makhzen, des achats de terrains, des dépenses faites par les étrangers et les légations, des frais de l'occupation militaire.

Le tableau II indique pour 1912 le partage du trafic entre les différents ports et la part du commerce français dans chacun d'eux. Les cinq ports de la zone d'influence française : Rabat, Casablanca, Mazagan, Safi et Mogador représentent à eux seuls 75 °/₀ du mouvement total, ceux de la zone espagnole, Larache et Tétouan, 12 °/₀, et le port internationalisé de Tanger 13 °/₀. Depuis 1901 (tableau III), le développement des ports s'est fait

Tableau III.

Commerce maritime du MAROC (1901 et 1912)



Part des huit ports ouverts

Nous avons rayé la part des importations, les blancs représentent la part des exportations.

inégalement; il affecte surtout Casablanca, Safi, Larache, Rabat; Tétouan est toujours sous la dépendance de Ceuta; Mogador est stagnant, pour décliner lorsque Agadir deviendra le débouché du Sous; Tanger attend le chemin de fer et sa transformation en port franc pour prendre un nouvel essor, mais il restera toujours un port d'importation. L'exportation se fait surtout par Casablanca, Safi, Mazagan et Mogador, débouchés naturels des zones les plus fertiles; Casablanca ne pourra que gagner au détriment de ses voisins, lorsque l'outillage de son port et les voies ferrées viendront augmenter son pouvoir d'attraction; sa part représente déjà en 1912 près du tiers du trafic maritime total. Enfin, au point de vue des nationalités, le commerce français est prépondérant à Tanger, Rabat et Casablanca; le commerce anglais l'est à Larache, Mogador, Mazagan et Safi, et dans ces deux derniers ports celui de l'Allemagne dépasse notablement le nôtre.

§ 2. — **Présides espagnols.**

Ceuta, dont nous ne connaissons pas les statistiques, tend à absorber le trafic de Tétouan, auquel il est relié par une route, en attendant la voie ferrée projetée, mais l'insécurité de la région voisine et la proximité de Tanger nuisent à son développement commercial.

Mélilla, au contraire, doit à sa franchise douanière et à son hinterland plus étendu une extension rapide, malgré le voisinage de la frontière française. Il serait encore plus redoutable pour nous si une voie ferrée le reliait à Taza lorsque cette région sera pacifiée; nous avons du moins la certitude d'être prêts les premiers. L'exportation est insignifiante malgré la proximité de deux exploitations minières, mais les importations ont dépassé 18 millions de francs en 1911, dont les deux tiers sont fournis par l'Espagne et l'Angleterre, trois millions et demi par la France[1].

§ 3. — **Confins algériens.**

Les échanges entre l'Algérie et le Maroc se font tout le long des confins, puisqu'il n'existe pas entre les deux pays de frontières naturelles et que la frontière politique n'est tracée que jusqu'à la steppe. Les marchés se déplacent à mesure que les voies ferrées avancent : Marnia décline au profit d'Oudjda; dans l'Extrême-Sud oranais, Aïn-Sefra, puis Beni-Ounif perdent de leur importance au profit du terminus actuel Colomb-Béchar. Les statistiques sont très approximatives et sujettes à caution parce que la même marchandise est comptée sur plusieurs marchés; l'entretien des troupes exagère également les chiffres[2]. M. Augustin Bernard donne la valeur de 32 millions de francs pour 1911, contre 20 millions en 1909. Algérie et Maroc étant deux pays de productions analogues ont peu d'articles à échanger, de telle sorte que l'Algérie est surtout un intermédiaire, une voie de transit entre le Maroc et la France. Un régime douanier spécial régit ces échanges.

§ 4. — **Confins sahariens.**

Notre occupation de l'Afrique occidentale a beaucoup réduit le trafic du Maroc avec le Sénégal et le Soudan. La route de Tombouctou-Araouan se bifurque à Taoudéni : la branche Est se dirige sur El Harib, le Tafilelt, Fez; la branche Ouest sur Tindouf, Taroudant, Mogador ou Marrakech. Ce trafic

[1] Cf. *Rapport consulaire français* n° 1018 (12 juin 1913) : Espagne. Le préside de Mélilla.

[2] Aug. Bernard : Les confins algéro-marocains. In-8, Paris, E. Larose, 1911. — *Travaux de la Chambre de Commerce d'Oran.* Rapports de M. Ed. Déchaud.

de caravanes, que M. Camille Fidel évaluait en 1901 de six à huit millions, a certainement très sensiblement diminué par suite de l'attraction toujours

Fig. 45. — *Dépôt de grains au bord de la mer à Safi.*

plus forte des postes de notre Extrême-Sud Oranais et, d'autre part, par suite de l'insécurité qui règne entre l'Adrar et le Maroc.

III. — Importance du trafic.

§ 1. — Exportations.

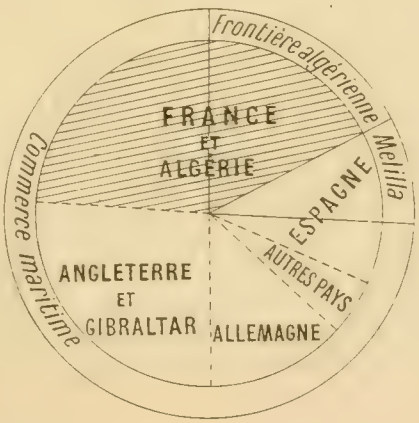
Pendant longtemps de nombreuses prohibitions ont été édictées par le Makhzen : jusqu'en 1906, l'exportation du froment et de l'orge était interdite et celle des chevaux, mulets et bœufs strictement limitée. L'Acte d'Algésiras a supprimé la prohibition concernant les céréales, qui supportent encore un droit de sortie, et il a augmenté l'effectif du bétail pouvant être exporté.

Ce sont les produits de l'élevage qui viennent au premier rang : peaux (7,1 millions de francs en 1911), bœufs vivants (6,4), laines (5,2), œufs (5,7). Les céréales occupent le second rang : orge (11,6), blé (5,2) et maïs (1,2), suivies par les amandes (5,6), la graine de lin (4,5), les fèves (3,6) et d'autres graines (5,5) telles que : pois chiches, alpistes, coriandre, cumin, fenugrec. Parmi les produits manufacturés indigènes : haïks, djellabas, fez, tapis, les babouches seules ont une certaine importance (1,4); elles sont expédiées au Sénégal, au Soudan, en Algérie et en Egypte.

§ 2. — Importations.

Les importations sont beaucoup plus variées que les exportations; elles intéressent soit la consommation européenne (boissons, conserves, beurre, lard, etc.), soit la consommation indigène (cotonnades, bougies, soie grège, quincaillerie bon marché), soit toutes les deux (épices, biscuits, pâtes alimentaires, thé, sucre, café, etc.), soit, enfin, la mise en valeur et l'outillage du pays (bois, matériaux de construction, produits métallurgiques). C'est le sucre qui vient au premier rang (22,2 millions de francs en 1911) ; d'après M. Eugène Aubin, le pain de sucre est à la fois formule de bienvenue, signe de propitiation à l'égard de l'étranger, symbole de la douceur et de l'aménité des relations qui doivent s'établir avec les hôtes; il se prête dans la vie marocaine aux emplois les plus variés : il sert d'appoint aux transactions, d'unité pour les « pots-de-vin » destinés à concilier aux solliciteurs la bienveillance des grands. Les cotonnades occupent le second rang (19,7), suivies par le thé (4,3), les boissons (2,8), les ouvrages en métaux (2,4), les bougies (2,3), etc. Le thé, additionné de sucre et de menthe, est le breuvage national; depuis deux générations, il a refoulé le café qui semble reprendre faveur; c'est un thé vert de Chine, à bas prix, mélangé de feuilles étrangères, et dont les Marocains distinguent plu-

Tableau IV.



Commerce total du MAROC en 1911
et part des principaux pays.

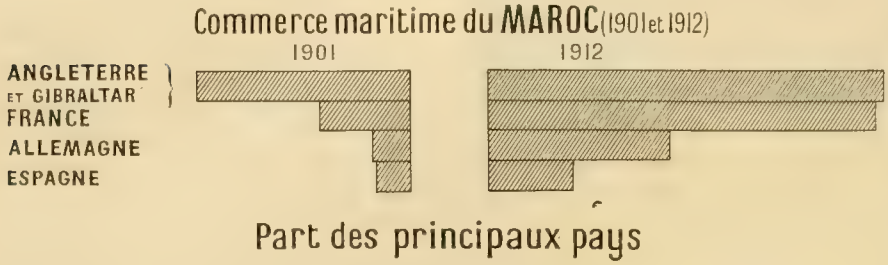
sieurs centaines de mélanges différents. En attendant la substitution du pétrole, la bougie de paraffine anglaise a remplacé la bougie de stéarine française.

§ 3. — **Les Pays en relations.**

En ajoutant à sa part de commerce maritime le trafic des confins algériens, la France vient au premier rang (43,50 °/₀ en 1911), suivie par l'Angleterre (27,66 °/₀), l'Allemagne (14,12 °/₀), l'Espagne et les îles (6,78 °/₀), l'Autriche-Hongrie, l'Italie, la Belgique, les Pays-Bas et les Etats-Unis. Le tableau IV indique cette répartition et le tableau V montre le développement pris par les quatre principaux pays de 1901 à 1912 dans le seul commerce maritime. C'est la France et l'Allemagne qui témoignent de l'accroissement le plus rapide.

La part de l'Angleterre est descendue de 55,15 °/₀ en 1892 à 27,66 °/₀ en 1911, et encore ses statistiques sont majorées par les marchandises étrangères qui voyagent sous pavillon anglais et par le trafic de Gibraltar. C'est elle qui fournit en grande partie les cotonnades, le thé, les bougies.

Tableau V.



L'Allemagne est tard-venue dans le commerce marocain; c'est surtout depuis 1890 qu'elle s'y est intéressée; son succès vient du nombre de ses agents, de leur grande souplesse à se prêter aux exigences de la clientèle, de l'adaptation de ses produits à bon marché au faible pouvoir d'achat des indigènes. Elle importe surtout des draps, de la quincaillerie, des papiers, de la verrerie; elle prend la plus grosse part des exportations.

Le commerce de l'Espagne n'est pas en rapport avec l'influence politique qu'elle s'est arrogée au Maroc, et cela tient à son propre état social et économique peu avancé, qui fait qu'elle ne peut exporter de produits industriels et qu'elle manque de capitaux pour mettre en valeur la zone qui lui est attribuée.

§ 4. — **Le Commerce franco-marocain.**

Le premier rang que nous occupons dans le commerce du Maroc s'explique par des raisons géographiques, historiques et politiques, mais nous avons le mérite d'obtenir ce résultat à armes égales, sans avantages douaniers en notre faveur. Le Maroc profite en ce moment de l'intérêt de l'opinion publique française. Nos compatriotes s'y portent avec ardeur, et si ce mouvement continue nous bénéficierons de la prépondérance de l'élément français. Ce sera un gros avantage non seulement au point de vue politique, mais encore au point de vue commercial. En matière d'importation, nous pouvons encore réaliser de grands progrès par une meilleure adaptation de nos produits aux goûts indigènes, par de plus grandes facilités de crédit en utilisant les banques françaises, installées sur place; c'est un préjugé absurde de croire que nous ne pouvons pas lutter contre nos concurrents étrangers pour le bon marché de la marchandise : l' « article de Thizy », par exemple, peut parfaitement rivaliser avec l' « article de Manchester ». En matière d'exportation, le bon marché du fret, le nombre des bateaux, la nationalité de l'exportateur, les droits d'entrée dans le pays acheteur exercent une très grosse influence en faveur de nos concurrents allemands ou anglais [1]. Ces raisons suffiraient, à défaut du prestige politique, pour nous pousser à multiplier nos services maritimes, à rendre nos bateaux plus rapides et plus confortables et à régulariser nos lignes non seulement de Marseille, mais encore de nos grands ports de l'Atlantique et de la Manche.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

LE FONCTIONNEMENT DU SERVICE DE LA SANTÉ ET DE L'ASSISTANCE PUBLIQUES

L'Assistance médicale indigène a été créée par un arrêté du Commissaire Résident général en date du 21 octobre 1912.

Elle comprend des formations fixes et des portions mobiles. Dans les premières, les infirmeries indigènes et dispensaires sont à remplacer par des

[1] C'est la cause pour laquelle les céréales, — à l'exception du blé qui bénéficie de l'admission temporaire, — chassées de France par les droits d'entrée, s'en vont surtout à Londres et à Hambourg.

Hôpitaux régionaux dans les capitales des régions (Rabat, Fez, Meknès, Mazagan, Settat, Marrakech).

Le premier de ces hôpitaux en voie de construction est l'hôpital Mauchamp (40 lits), dont les travaux sont en voie d'exécution à Marrakech.

A Fez, il existe déjà un dispensaire-hôpital qui va être agrandi.

Le but de la portion mobile, constituée par le « Groupe sanitaire mobile » (1 par région), est de concourir au rayonnement de notre influence dans les tribus de la région à laquelle il appartient.

Pour cela, il profite de toutes les circonstances favorables pour se rendre sur tous les principaux marchés, dans les principales agglomérations, donner des consultations aux indigènes, leur délivrer des médicaments, pratiquer des vaccinations. Le Médecin chef du Groupe fait en outre indiquer aux indigènes les mesures prophylactiques qui éventellement seraient à prendre.

Le Groupe mobile, composé d'un médecin et de quelques infirmiers, est pourvu de moyens de transport (mulets) et de matériel (tentes, médicaments, etc.).

Le plan de l'Assistance médicale est calqué sur celui des Régions militaires. L'infirmerie indigène (futur hôpital régional) de la capitale est le centre d'une zone d'action qui a une marche centrifuge.

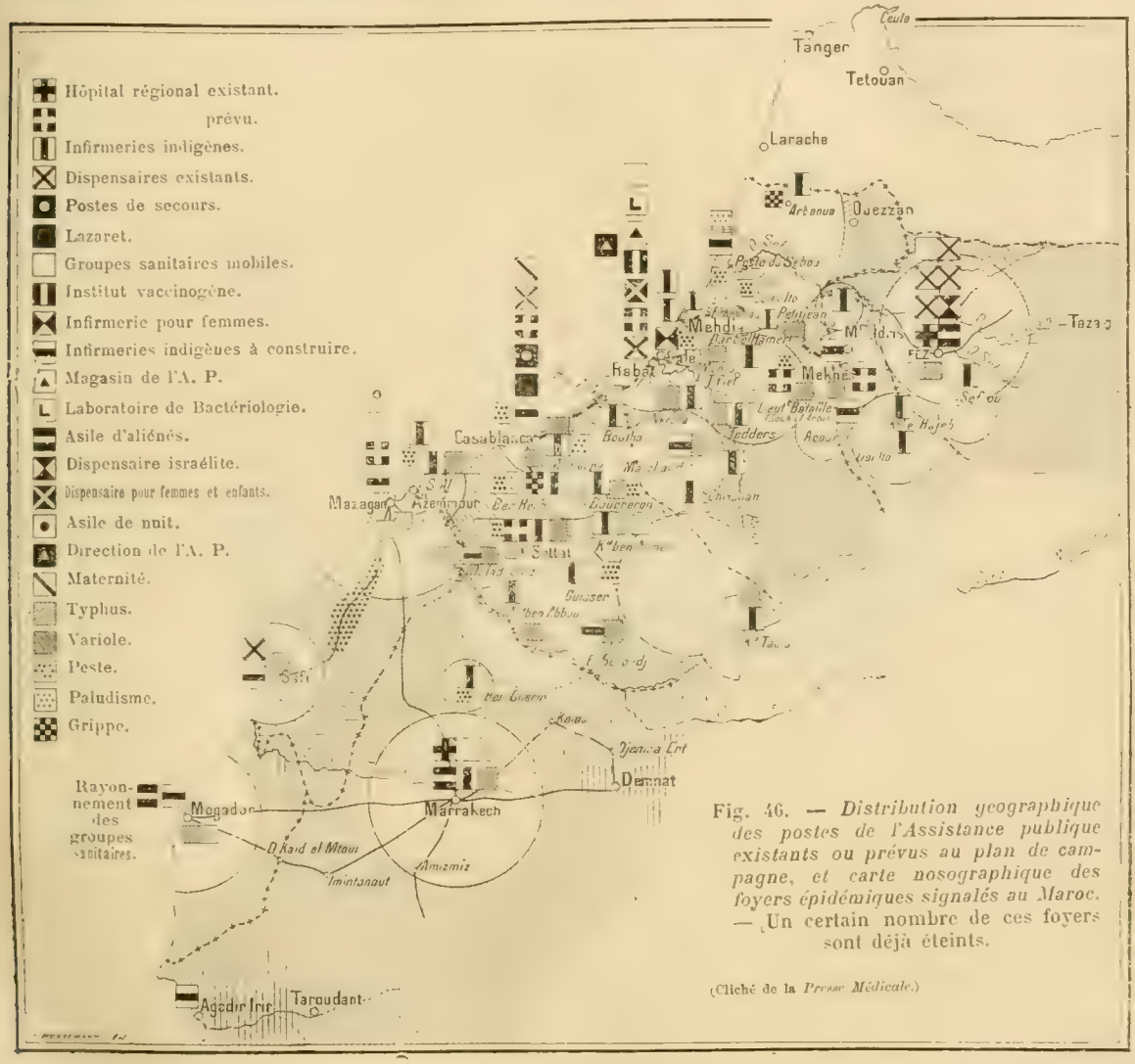


Fig. 46. — *Distribution geographique des postes de l'Assistance publique existants ou prévus au plan de campagne, et carte nosographique des foyers épidémiques signalés au Maroc.* — Un certain nombre de ces foyers sont déjà éteints.

(Cliché de la *Presse Médicale*.)

En résumé, les moyens d'extension de l'influene médicale sont :

1° La création de formations sanitaires au fur et à mesure des besoins (dispensaires, infirmeries indigènes avec hospitalisation et dont le nombre de lits varie suivant l'importance de la population, hôpitaux régionaux);

2° Les consultations gratuites, distributions de médicaments dans les marchés et agglomérations, les vaccinations contre la variole.

Le 21 mai 1913, a été promulgué le règlement sur le Service de la Santé et de l'Assistance pu-

bliques (anciennement Assistance médicale indigène).

Comme l'a dit M. le Médecin-inspecteur Lafille, directeur général du Service de Santé au Maroc, dans son rapport au Commissaire Résident général, « les mots *Assistance médicale indigène* définissaient seulement un effort partiel et ne répondaient pas à toutes les réalités et à toutes les obligations ».

Le service de l'Assistance publique a été divisé en deux zones :

a) Une zone des territoires civils et des villes, comprenant les principales villes du Maroc et les régions administrées par le contrôle civil (Casablanca, Rabat, Salé, Kénitra, Fez, Marrakech, Azemour, Safi, Mazagan, Mogador, Ber-Rechid, Médiouna).

b) Une zone d'occupation militaire, comprenant tous les autres postes et les groupes mobiles.

Des salles de consultation ont été installées dans des postes de nouvelle création, dès l'arrivée des troupes : Casba Tâdla, Boujâd, dans le Tâdla; Dar Ito, Ifrane, dans la région de Meknès; Souk el Arba de Tissa, dans la région de Fez, et enfin à Agadir.

Fig. 47. — *Dispensaire indigène à Safi.*

Les médecins ont remarqué que dans ces nouveaux postes les indigènes viennent à eux sans défiance et en très grand nombre.

Depuis leur création, les groupes sanitaires mobiles ont étendu très loin leur rayon d'action, grâce à la légèreté de leur matériel et au petit nombre d'animaux entrant dans leur composition. Le groupe de Marrakech a pu se rendre ainsi, en février, jusqu'à la Casba Goundafi, dans l'Atlas, où aucune troupe encore n'était allée. Des tournées ont été faites depuis le commencement de l'année dans toutes les régions (route de Marrakech à Mogador, Dar M'Tougui, route de Marrakech à Demnat, à Safi et à Mazagan, région des Sraghna, des Doukkala des Abda, marchés de la région de Rabat, régions de Fez et Meknès).

La Direction de la Santé et de l'Assistance publiques s'est surtout préoccupée pendant ces derniers mois des questions d'hygiène générale dans les villes du Maroc : tout d'abord elle a attiré l'attention des chefs des Services municipaux sur la nécessité de munir leurs villes de moyens de désinfection en cas de maladie contagieuse.

Elle s'est également préoccupée de la destruction des mouches et des moustiques et a envoyé à chaque médecin une note prescrivant de prendre des mesures rigoureuses pour la destruction de ces diptères.

D'autres questions ont été mises à l'étude : création de postes de secours dans les grandes villes; recherche des « nids de malades » ; création d'asiles de nuit, etc...

Dans chaque ville fonctionne un Conseil d'hygiène qui a comme conseiller technique le Médecin de l'Assistance publique de la localité. Des mesures de prophylaxie sont prises par ces commissions, qui se réunissent périodiquement et au besoin éventuellement.

Toutes les écoles du Protectorat sont visitées hebdomadairement par les médecins. L'inspection médicale de ces établissements fonctionne normalement et d'une façon satisfaisante partout.

La clef de voûte de l'Assistance devait être l'Institut Pasteur de Rabat dont la création a été différée. Cet Institut devait être chargé du traitement de la rage (dans un pays où les communications par mer sont parfois très difficiles pendant la mauvaise saison), des analyses bactériologiques et industrielles, etc...

De cette conception, seule la création du Centre vaccinogène a été réalisée. Ce centre fonctionne depuis le mois de mars dans d'excellentes conditions. Il fournit du vaccin à toutes les formations sanitaires (civiles et militaires) du Maroc.

Au 30 septembre 1913, le total des doses expédiées atteint le chiffre de 76.482. La moyenne des succès des vaccinations en milieu indigène est de 80 à 85 %, résultat très satisfaisant.

Il est intéressant de montrer par quelques chiffres les progrès constants de l'Assistance médicale dans le Protectorat. La courbe suit une gradation

ascendante dans son ensemble depuis le commencement de l'année 1913.

En janvier, le chiffre total des consultations est de 25.827, celui des vaccinations de 1.269.

En mars, le nombre de consultations atteint 33.457, celui des vaccinations 2.688.

En avril, la courbe accuse un total de 36.603, et fin août, le chiffre de 40.319 était atteint[1].

Le total général des consultations données du 1er janvier au 30 août est de 271.475, celui des vaccinations 36.845.

La prophylaxie des maladies vénériennes se manifeste par le nombre total de femmes visitées et reconnues malades :

1.475 visites, 240 reconnues malades et soignées.

Actuellement, le programme des travaux à exécuter pour permettre à l'Assistance publique de porter son effort sur les points les plus propices à son action vient d'être tracé par la Commission qui s'est réunie sous la présidence de M. le Directeur général du Service de Santé au Maroc, le 28 juillet 1913.

Cette Commission a arrêté définitivement l'ordre d'urgence des travaux, qui comprendront : un hôpital civil européen à Casablanca; des hôpitaux régionaux indigènes à Mazagan, Rabat; un magasin du Service de l'Assistance publique; des infirmeries indigènes à Kénitra, Safi, Azemour, Boucheron, Salé, Tiflet; des constructions pour les Services sanitaires maritimes; des lazarets; un asile d'aliénés; un parc vaccinogène avec un laboratoire de bactériologie.

Dr Zumbiehl,
Médecin-major de 1re classe.
Directeur de la Santé
et de l'Assistance publiques au Maroc.

LA LUTTE CONTRE LA FIÈVRE TYPHOIDE AU MAROC

De toutes les maladies infectieuses, si fréquentes et si variées, qui règnent au Maroc, il n'en est pas de plus redoutable que la fièvre typhoïde. Le soldat, l'industriel, le colon non immunisés par la vaccination antityphoïdique, sont fréquemment atteints peu après leur arrivée. L'organisation pratique de l'hygiène, dans les villes et dans les douars, trouve de graves obstacles dans la malpropreté et l'indifférence traditionnelles des indigènes. D'autre part, l'afflux incessant des nouveaux venus apporte à la maladie un nouvel aliment.

En raison de leur jeune âge, les soldats ont payé, surtout avant 1912, une dîme élevée à la fièvre typhoïde. L'année 1911 a été la plus éprouvée. La marche sur Fez en a été la principale, mais non l'unique cause. En dépit des mesures prophylactiques très rigoureuses qui ont été prescrites, on a compté 2.471 cas dans le corps expéditionnaire. Or, l'année suivante une véritable armée a occupé de nouvelles régions. Toujours en combat contre les tribus marocaines révoltées, les troupes ont dû faire, de jour et de nuit, de longues et pénibles étapes, n'ayant pas le temps de stériliser les eaux malsaines, couchant en permanence sous la tente, soumises à un surmenage incessant et exposées aux facteurs de contagion les plus dangereux. Cependant, et bien que les effectifs fussent doubles, la fréquence de la fièvre typhoïde a tout à coup décru. On ne compte plus que 1.455 cas de fièvre typhoïde, avec presque moitié moins de décès dus à cette affection. Que s'est-il passé ? Malgré d'énormes difficultés pratiques, on avait institué la vaccination antityphoïdique facultative parmi les troupes envoyées au Maroc. Cette seule mesure, appliquée à une partie seulement de l'effectif, avait suffi à faire descendre la morbidité à un taux imprévu.

J'ai déjà signalé, dans cette Revue, les remarquables effets de la vaccination antityphoïdique, en 1911, au Maroc oriental; appliquée à une partie des soldats, elle les avait entièrement protégés. En 1912, la campagne antityphique est conduite activement. Dans ce pays neuf, où les lois de l'hygiène étaient hier encore inconnues, on ne pouvait songer à appliquer, avec toute leur rigueur, les mesures usuelles de prophylaxie si souvent en défaut dans les pays civilisés. Le Service de santé de l'Armée installe alors des laboratoires bactériologiques à Oudjda, à Casablanca, à Meknès; puis à Rabat, à Fez, à Marrakech. En même temps, on vaccine soit avant le départ, soit à l'arrivée au Maroc, ou en cours de campagne, tous les militaires qui en font la demande. Sous l'impulsion énergique de M. le général Lyautey, les soldats sont invités à se faire immuniser. Au Maroc occidental, 10.794 d'entre eux sont vaccinés à l'aide du vaccin préparé à l'Institut antityphique du Val-de-Grâce. Et il est arrivé que, tandis que les non vaccinés ont offert la proportion très élevée de 168,44 cas °/₀₀, avec 21,13 décès °/₀₀, les militaires vaccinés ont eu la morbidité très infime de 0,18 °/₀₀ avec 0,09 dé-

[1] En septembre, on parvient même à 41.000 consultations. Les graphiques établis pour chaque ville, et que nous ne pouvons reproduire ici faute de place, indiquent que la progression la plus forte a été observée à Mogador (6.447 consultations en août et 6.100 en septembre), à Mazagan (6.400 en septembre), à Safi (4.000 en septembre). A Rabat, de 772 en août, on passe par une progression subite à 1.750 consultations en septembre.

cès °/₀₀. Les résultats obtenus pendant l'année 1913 sont aussi remarquables.

Au Maroc oriental, les non vaccinés ont eu 38,22 cas de fièvre typhoïde °/₀₀, avec une mortalité de 5,51 °/₀₀. Les militaires vaccinés n'ont eu aucun cas de cette maladie.

En 1913, l'autorité militaire a prescrit que tout militaire envoyé au Maroc serait vacciné contre la fièvre typhoïde. Cette mesure ne tardera pas, sans doute, à être complètement appliquée, et l'on verra ainsi disparaître pratiquement, des rangs de nos soldats, une maladie si néfaste et si meurtrière.

Un épisode, cité récemment par M. le Dr Lajoanio à l'Académie de Médecine, montre d'une manière bien saisissante la puissante efficacité de cette méthode. Une colonne de 1.260 hommes, partie de Draguignan en septembre 1912, séjourne au Maroc pendant quatorze mois, y menant l'existence la plus pénible, sans cesse en marche, exposée à la contagion quotidienne par le sol, par l'eau de boisson, par les mouches, etc. Tous les hommes réceptifs avaient été vaccinés avec le vaccin polyvalent du Val-de-Grâce. Or, à son retour en France, cette colonne n'a compté que 2 cas de fièvre typhoïde, survenus chez deux hommes qu'on n'avait pas cru devoir vacciner parce qu'ils avaient été atteints antérieurement de cette affection. Tous les autres étaient restés indemnes.

La population civile a fréquemment recours au vaccin spécifique. Dans mon laboratoire du Val-de-Grâce, j'ai vacciné un très grand nombre de personnes de tout âge, de tout sexe et de toute condition, se rendant au Maroc. Le Dispensaire créé par M. le général Lyautey, à Rabat, me demande de grandes quantités de typho-vaccin.

On ne saurait trop conseiller, en effet, à toute personne jeune qui se rend au Maroc de se faire immuniser contre la fièvre typhoïde et aussi contre la fièvre paratyphoïde. Car cette dernière maladie, sous ses deux variétés A et B, est *entièrement indépendante* de la fièvre typhoïde, malgré des symptômes cliniques le plus souvent identiques. Les deux affections : paratyphus et fièvre typhoïde ne s'immunisent en rien mutuellement.

Les laboratoires installés au Maroc, et dirigés par des bactériologistes très compétents, ont signalé un grand nombre de cas de paratyphus, souvent mortel, à Casablanca, à Rabat, à Meknès, à Fez, à Oudjda, etc. Pareille fréquence très grande des cas de paratyphus est relevée dans les Indes Anglaises. Dans ce dernier pays, les sujets ayant reçu du vaccin antityphoïdique ont même plus de cas de paratyphus que les non vaccinés. Ce qui s'explique, sans doute, parce que les premiers ne prennent aucune précaution et s'exposent ainsi davantage à la contagion par un virus contre lequel ils ne sont pas immunisés.

En conséquence, et tant que les mesures générales d'hygiène administrative et pratique n'auront pu trouver leur entière réalisation — il ne saurait être douteux que celle-ci demandera encore plusieurs années — il convient d'instituer largement la vaccination préventive antityphoïdique (et antiparatyphique) qui constitue un moyen remarquablement sûr et complètement inoffensif de se protéger contre l'une des maladies dominantes de ce pays, celle qui détermine, assurément, la mortalité la plus élevée.

Dr H. Vincent,
de l'Académie de Médecine,
Professeur au Val-de-Grâce, Paris.

L'ACTION MILITAIRE DE LA FRANCE AU MAROC

I. — Historique.

L'expansion de l'hégémonie française dans les pays nord-africains depuis 1830 n'a pas été la résultante d'incidents particuliers ; elle fut, au contraire, la réalisation des aspirations traditionnelles qui, sous des formes diverses, nous poussaient depuis des siècles à nous créer des intérêts de tous ordres, par delà la Méditerranée. Notre atavisme latin se marquait dans ce chapitre de notre politique par la reprise, à notre compte, de la conception romaine du *mare nostrum*, et les expéditions de l'Algérie et de Tunisie et du Maroc sont les manifestations de nécessités identiques à celles qui, sous une forme appropriée aux idées d'alors, poussaient saint Louis vers Jérusalem et Tunis ou Bonaparte vers l'Egypte.

Sans faire l'historique des relations franco-marocaines, on doit remarquer cependant qu'elles s'établirent dès le Moyen Age et que, prenant prétexte du châtiment des pirates, Richelieu songeait à faire occuper en 1626 l'île de Mogador afin « d'avoir un pied en Afrique pour aller s'étendre plus loin ».

De nombreux traités, passés entre les Gouvernements français et les autorités moghrebines, sanctionnèrent ces intentions, dont les manifestations ne furent point seulement diplomatiques. Les blocus de Salé en 1629 et en 1680, le bombardement de Salé et de Larache en 1767, donnèrent à plu-

sieurs reprises aux sultans des avertissements plus énergiques; en 1808, Napoléon envisageait une expédition marocaine, mais la question du Maroc se posa avec plus d'acuité du jour où la prise d'Alger créait à la France des intérêts territoriaux dans le Nord de l'Afrique.

Quand la puissance turque s'écroula à Alger, le sultan du Maroc émit des prétentions sur l'Oranie, ouvrir à nouveau l'ère des difficultés. On prévoyait, en effet, une frontière depuis la mer jusqu'au Teniet es Sassi, mais, plus au sud, « la terre ne se labourant pas, il n'y avait pas lieu de partager le Sahara ». Ce manque de limites bien établies et le « droit de suite », qui autorisait les autorités françaises à poursuivre les djicheurs sur le territoire marocain pour les punir de leurs razzia, fournis-

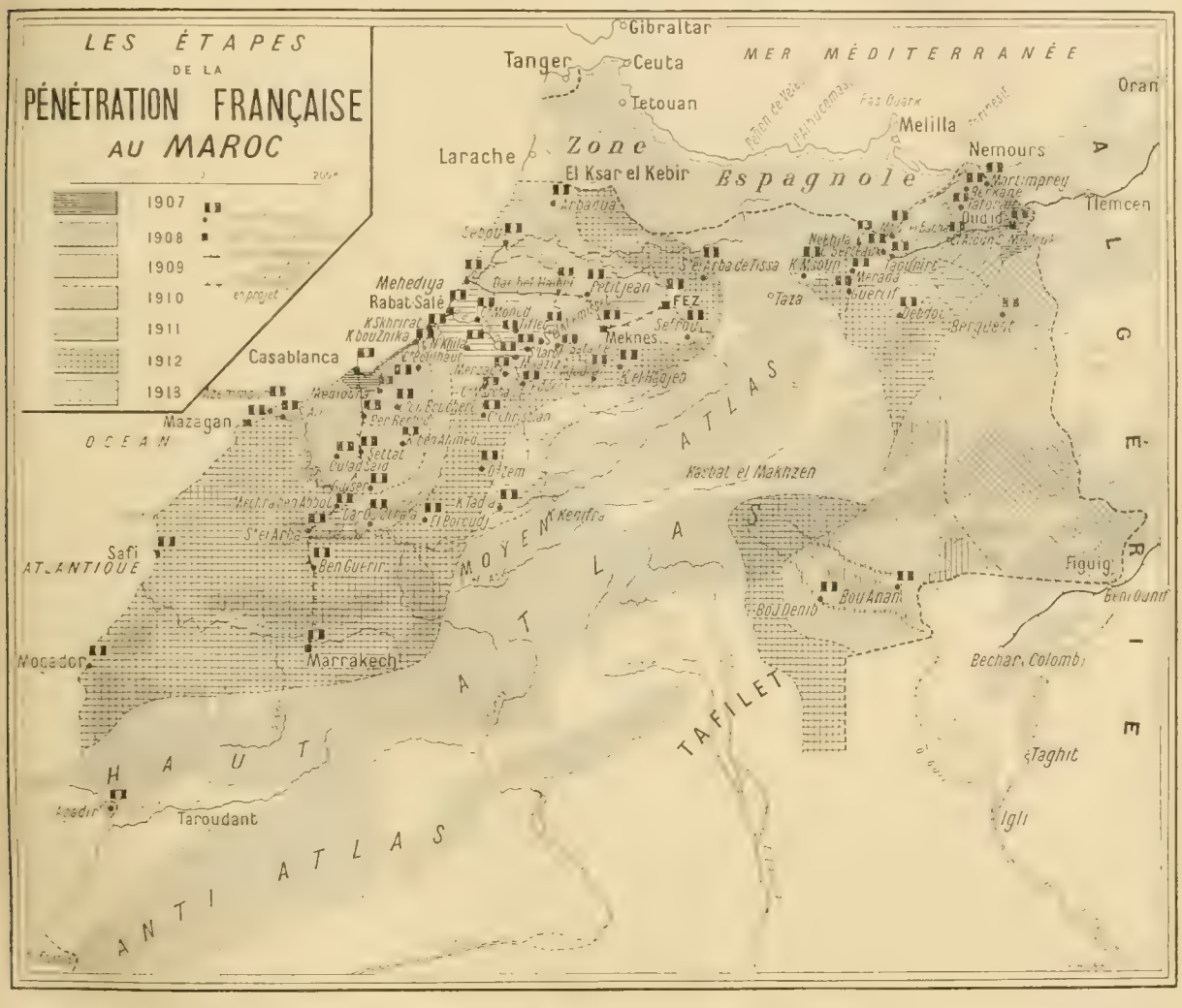


Fig. 48. — *Les étapes de la pénétration française au Maroc.*

et les confins marocains furent le théâtre d'une série d'attentats contre nous dont le nombre s'accrut de plus en plus à l'instigation d'Abd-el-Kader, notamment en 1842, date à laquelle l'Emir souleva les Beni Snassen. L'année suivante, après une entrevue sans résultat du général Bedeau et du Caïd d'Oudjda, Lamoricière occupa Lalla Maghnia. 1844 fut marquée par la célèbre victoire de l'Isly et les bombardements de Tanger et de Mogador. Mais le traité de 1845, s'il créait un *modus vivendi* momentanément acceptable, contenait le germe des imprécisions qui tôt ou tard devaient saient de perpétuels prétextes aux actions de guerre, dont les plus célèbres furent la colonne du général de Martimprey contre les Beni Snassen (1859), celle du général de Wimpffen sur le Guir, contre les Ouled Sidi Cheikh révoltés (1870), et l'occupation des oasis sahariennes du Touat et du Gourara. Après de longs atermoiements, les accords de 1901 et 1902 déterminèrent une zone mixte et instituèrent quatre commissaires franco-marocains, chargés d'assurer sur place la collaboration du Maroc avec la France. Une triple ligne de marchés français, mixtes et marocains devait

être installée pour ravitailler le pays. Enfin, des instructeurs français étaient chargés d'instruire la mehalla chérifienne d'Oudjda. Les autorités du Makhzen étaient en ce moment en lutte contre le Rogui, Ez Zerhouni ; menacées d'être enlevées, elles durent se réfugier à plusieurs reprises à Lalla Maghnia. Les autorités françaises autorisèrent le débarquement à Oran des renforts chérifiens qui ne pouvaient gagner Oudjda, Taza étant alors entre les mains du Rogui.

Un certain nombre de postes français avaient été installés sur les confins orano-marocains à Aïn Sefra, lors des opérations contre Bou Amama (1881), à Igli, à Colomb Béchar (1903), après les attaques de Taghit et d'El Moungar (1902), à Forthassa et à Berguent (1904) ; mais cette situation trop incertaine aurait pu se continuer ainsi pendant nombre d'années si, en 1907, des événements très graves n'avaient forcé la France à agir plus vigoureusement.

L'attitude quelque peu hésitante de notre politique, le résumé des programmes adopté depuis six ans, les difficultés et les tractations internationales ont été négligés, puisqu'aussi bien il s'agit seulement ici d'exposer les phases de la pénétration militaire, trop souvent gênée et contrecarrée, mais grâce à laquelle, cependant, le Protectorat français du Maroc est devenu une réalité.

Une œuvre double s'est accomplie parallèlement à l'est et à l'ouest du Maroc et, pour la commodité du récit, on a groupé les faits qui se sont déroulés de chaque côté de l'Atlas sans que cette division purement factice implique un manque de coordination dans les efforts.

II. — Opérations dans le Maroc Oriental.

Au mois de mars 1907, l'assassinat du Dr Mauchamp, médecin du Dispensaire français de Marrakech, succédant à une longue suite de vexations contre nos nationaux, amenait l'occupation d'Oudjda, où nos troupes entrèrent sans coup férir. Cette opération facile avait quelques mois plus tard une répercussion des plus graves : le territoire algérien était violé par les Marocains soulevés ; malgré leur vigilant effort, les colonnes Félineau et Pétrement se trouvaient débordées et le général Lyautey, commandant la division d'Oran, obtint l'autorisation de frapper un grand coup en faisant rentrer dans l'ordre une des confédérations les plus turbulentes, les Beni Snassen. Deux colonnes, commandées par les colonels Félineau et Branlière, encerclèrent le massif qui servait de refuge aux tribus et, après une série de combats heureux, firent leur jonction au col de Tafouralt le 23 décembre 1907. Le 7 janvier suivant, le général Lyautey télégraphiait que, grâce aux efforts de ses troupes, l'opération militaire engagée contre les Beni Snassen pouvait être considérée comme close.

De fait, cette action avait été si magistralement conçue et conduite que, depuis lors, cette région n'a jamais plus été troublée et, à la fin de janvier, le colonel Féraud pouvait traverser la montagne de part en part, sans coup férir.

Au sud, l'agitation augmentait sur le Haut-Guir. Le général Vigy luttait victorieusement à Forthassa contre les tribus soulevées (6 avril) ; le lieutenant-colonel Pierron soutenait le rude combat de Menabba (16 avril), dont la résultante fut la reddition d'Aïn Chair (22 avril). Une harka en formation depuis longtemps attaqua le général Vigy à Bou Denib (14 mai) ; elle fut bousculée et, quelques mois plus tard, le colonel Alix obtint un succès du même genre à Djorf, contre une harka venue du Tafilelt, tandis que le colonel Pein parcourait la région au sud de Berguent.

L'année 1909 fut consacrée à l'organisation des régions occupées et à leur protection contre les djicheurs. En mai 1910, le général Alix, commandant la région du Haut-Guir, poussait jusqu'à Anoual et Keddou ; en juin, le colonel Passard s'établissait à El Aïoun Sidi Mellouk et le colonel Féraud à Taourirt. Les événements reprirent de l'intensité en 1911 : les Beni Ouarain attaquèrent le commandant Pinoteau sur la gada de Debdou, mais furent dispersés par le colonel Féraud ; le général Girardot, ayant enfin obtenu la permission de franchir la Moulouya, balaya la rive gauche du fleuve et s'avança jusqu'en vue de Kasba Mçoun, vengeant ainsi le guet-apens d'Alouana où avait péri le capitaine Labourdette. De son côté, le lieutenant-colonel Ropert poussait sur l'oued Ziz la pénétration politique qu'il avait amorcée en 1911, et sans combat, grâce à une remarquable diplomatie, atteignait Tizi n Telr'emt au cœur du Moyen Atlas. Les Beni Ouaraïn, reprenant l'offensive, reçurent du général Alix une sérieuse leçon à Bou Yacoubat (18 mars 1912) et du colonel Féraud à Maharidja (9 avril), tandis que le général Girardot s'établissait à Guersif et soutenait victorieusement un combat au Teniet el Hadj (24 mai) contre les Haouara. Une très active politique était menée ; des colonnes parcouraient le pays dans tous les sens ; des postes étaient créés à Merada, Safsafat ; on reconnaissait la plaine du Djiel et les territoires des Beni Bou Yahi et des Haouara. Mais le général Girardot se heurtait le 9 avril 1913 à des contingents Beni bou Yahi à Nekhila, où un poste était installé le 16, et le 19 une nouvelle attaque dispersée ouvrait la route de Kasba Mçoun où nos forces s'établissaient peu après, le dernier relai,

peut-on dire, d'où, au jour propice, elles s'élanceront sur Taza.

III. — Opérations dans le Maroc Occidental.

Un crime marqua aussi, dans le Maroc occidental, le début des opérations militaires : le 30 juillet 1907, des ouvriers français et étrangers employés à la construction du port de Casablanca étaient massacrés et les tribus Chaouïa révoltées pillaient la ville. L'escadre de l'amiral Philibert bombarda la ville et, sous la protection des canons de la *Gloire* et du *Galilée*, le général Drude et ses troupes débarquèrent le 7 août. Une série d'attaques harcelèrent nos soldats sous les murs de la ville. La prise du camp de Taddert (11 septembre), l'occupation de Médiouna (1er janvier 1908), donnèrent un peu d'air au corps de débarquement. Le général d'Amade prit le commandement au début de janvier. Les renforts qu'il amenait lui permirent des opérations de plus grande envergure. Après avoir occupé Fédala et Bouznika sur la route de Rabat, il s'empara de Settat (15 janvier), puis organisa deux colonnes, dont l'une fut confiée au colonel Boutegourd, et dont l'autre était dirigée par lui-même. Une série de combats jalonnait la marche de nos troupes. Les plus importants furent : Aïn Mkoun (24 janvier), Zaouyat el Mekki (2 février), prise de Settat (6 février), Berrebah (16 février), les Rfakhas (29 février), le Mqarto (8 mars), Sidi el Ourimi (15 mars). Une réorganisation des forces fut faite à la fin mai. Les colonels Moinier et Boutegourd reçurent le commandement de deux brigades dont l'objet était de parcourir le pays pour y assurer la sécurité. L'été fut troublé par la lutte victorieuse de Moulaï Hafid contre Abdel Aziz, puis l'année finit dans le calme et le travail.

1909 se passa de même à organiser la région pacifiée. Le général Moinier avait succédé au général d'Amade comme commandant des troupes de débarquement. Après 1909, qui marqua, dans le Maroc occidental, comme sur les confins, une période de répit à cause de l'indécision de la politique métropolitaine, les événements reprirent de l'acuité en 1910. Le 18 février, pour venger l'assassinat du lieutenant Méaux, tué par des Zaër chez lesquels il avait été envoyé en mission pacifique, le général Moinier occupa la kasba de Merchouch et Aïn Fouzer; des considérations extra-marocaines nous obligèrent à les abandonner aussitôt. Au début de l'été, pour arrêter le marabout saharien Ma el Aïnin qui remontait vers Fez pour obtenir du sultan aide et protection contre nous au lendemain de sa défaite en Mauritanie par le colonel Gouraud, le général Moinier donna l'ordre au commandant Aubert de pousser une pointe au Tâdla vers le Moyen Atlas, dans une région où, depuis plus d'un siècle, aucune force organisée n'avait pu pénétrer. La colonne Aubert, partie le 18 juin de Ben Ahmed, eut à subir de rudes combats, le 21 à Kasbah Zidania, et le 23 à Sidi Sliman, et, si elle ne put s'emparer du marabout, du moins l'obligea-t-elle à s'enfuir vers le sud. Le capitaine Tribalet avait, chez les Sraghna et les Ntifa, poussé une reconnaissance parallèle.

L'année 1911 débuta, elle aussi, par un guet-apens. Le capitaine Nancy, envoyé en reconnaissance toute pacifique, fut attaqué par les Zaër pendant son retour; presque toute son escorte fut tuée, notamment le lieutenant Marchand. La faiblesse de nos effectifs était si grande alors qu'on ne pouvait songer à venger ce crime. Toutefois les événements allaient heureusement forcer la France à sortir de son indécision. La situation périlleuse dans laquelle se trouvaient les colonies européennes bloquées à Fez avec le sultan par les Berbères révoltés, malgré les efforts de l'armée chérifienne commandée par le commandant Mangin et le capitaine Brémond, obligea le Gouvernement à intervenir. M. Berteaux, ministre de la Guerre, après avoir envoyé des renforts très importants au général Moinier, lui donna l'ordre de débloquer Fez. Parti de Kénitra au début de mai, avec les colonnes du général Dalbiez, du colonel Gouraud et du colonel Brulard, il parvint à Fez le 21 mai. Victorieux à Bahlil, il prit Meknès, parcourut le pays, entra à Moulay Idris et revint vers la côte en ouvrant la route directe de Fez à Rabat par Meknès, et en faisant à Tiflet sa jonction avec la colonne du général Ditte, venue de la côte. Peu après, le colonel Branlière donnait aux Zaër dissidents une sérieuse leçon et occupait définitivement Merchouch. En août, le général Dalbiez s'installait à Sefrou.

Les premiers mois de 1912 furent employés par les colonnes Brulard, Taupin et Ditte à encercler le Tafoudeït, plateau où se concentraient, à l'appel du Zaïani, les contingents berbères.

On n'a pas oublié les tragiques événements qui ensanglantèrent Fez le 17 avril, tous les épisodes si douloureux du massacre de nos officiers et de nos compatriotes, et la merveilleuse épopée que fut la reprise de la ville par le bataillon Philippot, seule garnison laissée à proximité de Fez.

Le traité de protectorat signé quelques jours avant les massacres donnait au Gouvernement une liberté plus grande.

Le général Lyautey, nommé Résident général de France, arrivait à Fez en toute hâte, amenant avec lui le colonel Gouraud auquel il confia le soin de désencercler la ville qu'assiégeaient à nouveau les

Berbères. Au cours d'une première sortie, le colonel Gouraud prenait le Djebel Zalagh qui commandait la place et s'emparait à Hadjra el Kohila du camp du Rogui (1er juin). A peine rentré à Fez pour y recevoir les étoiles de brigadier, il repartait et poussait chez les Hyaïna jusqu'au Souk el Arba de Tissa (9 juin), puis jusqu'à Mechra ben Aïssa, parcourait la vallée de l'Oued Sebou et chassait le Rogui Moulay Mohammed es Semlali dont il dispersait les contingents à Moulay Bou-Chta. De son côté, le général Dalbiez occupait Kasba Ifran, le colonel Mazillier battait les Aït Tseghrouchen à Imouzer (20 juillet), le colonel Pein infligeait une nouvelle leçon au Rogui et aux Fichtala à El Aïoun (14 août), pendant que les colonnes Robillot et Fellert protégeaient la plaine du Saïs entre Meknès et Fez. Mais tandis qu'un peu d'ordre régnait dans le Nord, grâce aux incessants efforts du général Lyautey, le Sud, sous la pression d'un marabout, El Hibba, fils de Ma el Aïnin, devenait menaçant. Déjà ce mahdi s'était emparé de Marrakech et y avait fait prisonnier le consul Maigret, le commandant Verlet Hanus, le Dr Guichard et leurs compagnons. Devant ce péril qui risquait d'anéantir toute notre œuvre marocaine, le général Lyautey ordonna au colonel Ch. Mangin de délivrer Marrakech et de sauver nos compatriotes après avoir chassé le prétendant Hibba. On sait le succès de cette campagne ; après le dur combat de Ouham, où le colonel Joseph fit sa jonction avec le colonel Mangin, celui-ci s'élança vers le sud, bouscula l'ennemi à Sidi Bou Othman et le 7 septembre au matin, à la tête de l'avant-garde, le commandant Simon entrait à Marrakech.

Après avoir commencé l'organisation de la ville, le colonel Mangin parcourut le Haouz, de Mogador à Demnat, pour y rétablir l'ordre, pendant que plus au nord le colonel Gueydon de Dives surveillait la limite des Beni Meskine et du Tâdla, repoussait les tribus berbères à Termast (15 octobre) et occupait El Boroudj. Peu après, il se rendit avec le général Franchet d'Esperey à Boujâd, centre religieux important, et faisait sa jonction avec le colonel Blondlat qui avait pacifié les Zaër dont il avait dispersé les bandes à Hadjera ben Nacer (2 septembre).

Malgré sa fuite de Marrakech, le marabout el Hibba, réfugié dans le Sous, menait une active propagande contre nous. On résolut d'envoyer contre lui des contingents chérifiens, dont l'un, commandé par Moulay Rechid, devait suivre la côte atlantique et occuper Agadir n Irir. On n'a pas oublié les événements qui se déroulèrent alors dans les environs de Mogador : le siège du détachement Massoutier au Dar el Kadi, sa délivrance par le général Brulard (25 décembre), la destruction de la Kasba du Caïd Anflous et la capture du Kaïd el Guellouli qui en furent les principaux épisodes. La pacification fut si activement poussée dans le Haouz pendant les premiers mois de 1913 que le général Lyautey, en tournée d'inspection à Marrakech, pouvait se rendre en automobile jusqu'à la Kasba de Tazzert, à 60 kilomètres de Marrakech au pied du Haut Atlas (13 mars). Depuis lors, les contingents chérifiens commandés par El Hadj Thami Glaoui, pacha de Marrakech, et les tribus ralliées du Ras el Oued Sous, après quelques semaines d'incertitude, s'emparèrent du Taroudant dont ils chassaient el Hibba, tandis que la méhalla du Kaïd el Hadj Lhassen, appuyée par les canons du *Du Chayla*, enlevait Agadir n Irir qu'un détachement français occcupait le 13 juin.

Dans le nord, le colonel Henrys s'employait à dissocier la coalition des tribus dissidentes Zemmour, Beni M'Tir, Beni M'guild, Guerouan, dont les incursions menaçaient les communications au sud de Meknès. Il détruisait la Kasba Ifran (23 avril), traversait la Ghaba, faisait sa jonction avec la colonne Comte, venue de Fez (14 avril), et, prenant l'offensive, il occupait sans coup férir Azrou que les dissidents rassemblés en ce point avaient évacué à son approche. Il rentrait ensuite à son camp de Dar Kaïd Ito.

Pendant les six premiers mois de 1913, le plus sérieux effort dut se porter sur le centre marocain. Un poste avait été établi, non loin de Boujâd, sur l'oued Zem. Les Berbères du Moyen Atlas attaquaient violemment les troupes du colonel Simon dès le début du mois de mars. Le colonel Mangin, qui avait pris peu après le commandement des forces rassemblées sur ce point, s'emparait du camp de Hamou Zaïani (25 mars), bousculant Moha ou Saïd à Mechra en Nefad près de Kasba Tâdla qu'il occupait (7 avril). Après avoir réduit les Kasbah Zidania (10 avril), Kasba Beni Mellal (12 avril), il faisait sa jonction avec le colonel Savy, venu de Marrakech, au Dar Kaid Embark sur l'oued el Abid (19 avril), continuant de parcourir la région ; puis, poussant une pointe dans les premiers contreforts du moyen Atlas, il livrait un sanglant combat aux forces de Moha ou Saïd réunies autour de Ksiba près de Rhorm el Alem (8 et 10 juin). Peu après, la colonne rentrait à Kasba Tâdla, où elle se disloquait.

Si l'on considère les phases successives et les résultats actuellement acquis de l'action militaire de la France au Maroc qui vient d'être résumée ici, on aperçoit que cette action a été déterminée par des événements locaux. Les massacres de Mauchamp et des ouvriers de Casablanca ont provoqué l'occupation d'Oudjda et de Casablanca, tout

comme le siège de Fez et la prise de Marrakech par El Hibba, celles de ces deux centres importants. La pénétration militaire s'est faite par à-coups, le Gouvernement refusant de s'engager et ne cédant qu'aux nécessités impérieuses.

Après la signature du traité de protectorat et encore qu'il s'astreigne à ne point faire la conquête du pays, le général Lyautey s'est efforcé de pacifier le pays Makhzen, de le protéger contre les attaques extérieures et de travailler prudemment à la jonction algéro-marocaine par Taza. L'examen de la carte (fig. 48), la disposition des postes, sont le commentaire vivant de ce programme, et s'ils marquent l'accroissement de la zone occupée, ils laissent apercevoir aussi sur quels points les massifs montagneux du Maroc central nécessiteront dans l'avenir les plus grands efforts.

J. Ladreit de Lacharrière.

LE SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE AU MAROC

I. — Documents antérieurs a 1907.

Le 5 août 1907, les marins de la division navale de l'amiral Philibert débarquaient à Casablanca et, bientôt après, un corps d'occupation s'installait sur la côte de l'Atlantique. Peu de temps auparavant (29 mars), une colonne d'opérations avait franchi, de l'autre côté, l'Oued Kiss, qui forme la frontière algéro-marocaine, et occupé Oudjda. Les documents géographiques qu'on possédait à cette époque sur l'immense région du Maghreb étaient bien incomplets et de valeur assez inégale. Le Maroc, en effet, avait jusqu'alors pu résister à la curiosité des explorateurs, à tel point que certains d'entre eux avaient dû se déguiser en indigènes pour y circuler.

La plus ancienne publication officielle du Ministère de la Guerre remonte à 1848; une carte, dressée à l'échelle du 1/1.500.000e d'après les travaux de L. Roches, de Ligny et du capitaine Beaudoin, officier des bureaux arabes, fut alors gravée au Dépôt général de la Guerre (depuis Service Géographique de l'Armée), et tirée en noir. Elle descend jusqu'à l'Oued Draa.

En nous limitant aux travaux effectués depuis trente ans, nous avons à citer d'abord le levé d'itinéraire de de Foucault (1883-1884), qui descend du Nord par Meknès vers Tiznit, Agadir et remonte par la Moulouya, Debdou et Oudjda; une carte très précise et fort intéressante est publiée au 1/250.000e comme annexe au récit du voyage.

De 1900 à 1903, le capitaine d'artillerie Larras, de la Mission militaire détachée auprès du sultan Abd el Aziz, parcourt la région qui s'étale entre l'Atlas et le littoral, depuis Tétouan jusqu'à Agadir, et fait éditer au 1/250.000e, par le Service géographique de l'Armée, une série de sept cartes déjà bien documentées.

De 1899 à 1905, de Segonzac lève des itinéraires dans une bande ayant à peu près les mêmes limites, car elle va de Melilla à Tamgrout et atteint presque l'embouchure de l'Oued Draa.

En 1905, R. de Flotte de Roquevaire relie Marrakech à Mogador par une triangulation géodésique expédiée.

A. Brives, de 1901 à 1907, recueille des renseignements inédits sur la région qui correspond à peu près au territoire actuellement soumis.

Le Professeur Louis Gentil mérite une mention toute spéciale pour ses nombreuses missions d'exploration, en particulier pour celles de 1905 et de 1909 dans le Haut-Atlas occidental.

A tous ces noms, n'oublions pas d'ajouter celui du Dr F. Weisgerber, auquel on doit des travaux complémentaires fort précieux, et, pour clore cet historique succinct, signalons la première carte d'ensemble vraiment digne de ce nom, que le capitaine Rouby a dressée au Service géographique de l'Armée à partir de 1905, en utilisant tous les documents de valeur, mais surtout les mappes du capitaine Larras. Elle comprend onze feuilles au 1/500.000e, et couvre tout le Maroc, puisqu'elle s'étend jusqu'à l'Oued Noun et au Tafilelt; mais elle présente encore de nombreuses lacunes et bien des inexactitudes, entre autres un tracé très défectueux de la Moulouya dans la partie inférieure de son cours.

Cette carte est héliogravée en trois couleurs; les courbes de niveau y ont, en général, une valeur purement indicative. Elle avait été précédée par une autre plus sommaire, dressée en 1893-1894 au 1/500.000e également, mais en huit feuilles, tirée par l'autographie en bleu et noir, avec la montagne esquissée au crayon lithographique.

En ce qui regarde la côte de l'Atlantique et ses ports, une Mission hydrographique, dont faisaient partie les lieutenants de vaisseau Dyé et A. Larras, effectua de 1903 à 1908, en général au 1/10.000e, le levé des rades et des atterrages et, à cette occasion, détermina quelques positions astronomiques précises.

Du côté oriental, entre l'O. Moulouya et l'amorce de frontière que le traité franco-marocain de 1845 avait instituée entre la mer et le Teniet es Sassi,

les documents avaient moins de valeur. La colonne Martimprey, en 1859, chez les Beni Snassen, la colonne de Wimpffen, en 1870, puis divers détachements qui s'étaient avancés vers l'ouest, en 1881, à l'occasion de l'insurrection de Bou Amama, avaient pu rapporter quelques données utiles. C'est seulement en 1885-1886 qu'une carte, dite du Sud-Oranais, éditée au 1/200.000e en quatre couleurs et comprenant quinze feuilles, fut dessinée au Service Géographique par le capitaine de Castries et les lieutenants Delcroix et Brosselard à la suite de leurs reconnaissances : elle s'étend jusqu'au delà d'Aïne Chaïr et de Figuig. Plus récemment, la Commission de délimitation franco-marocaine de 1905 leva, par des procédés réguliers, la région de Colomb Béchar que traverse la frontière prolongée vers le sud.

Il est nécessaire de traiter à part chacune des deux grandes zones de l'est et de l'ouest, puisque la barrière de Taza n'est pas encore tombée. Mais, en général, les détails techniques que nous donnons s'appliquent aussi bien aux confins algéro-marocains qu'à l'autre région.

Dans son ensemble, l'organisation méthodique des travaux du Service Géographique, en particulier au Maroc occidental, se développe suivant trois phases distinctes que nous allons envisager l'une après l'autre.

II. — Le Bureau topographique des troupes débarquées a Casablanca.

Quelques mois après le débarquement des premières troupes, en janvier 1908, un Bureau Topographique fut constitué, à l'état-major du général Drude, par les soins du Service Géographique, avec des officiers tirés de son cadre. Il s'agissait là d'un organe technique placé à la disposition immédiate du commandement; son rôle était d'établir une carte sommaire de l'avant en l'appuyant sur une géodésie de campagne. Sous la direction du capitaine Prudhomme, chef du bureau, on se mit à l'œuvre aussitôt que les environs immédiats de la ville se trouvèrent dégagés. Une base de 3 kilomètres a été mesurée par des moyens de fortune (décamètre en acier), mais en prenant toutes les précautions classiques (alignement parfait des portées successives, mesure de l'inclinaison de chaque portée, tension constante donnée au ruban, étalonnage minutieux de ce ruban, etc.). La latitude astronomique a été déterminée à Casablanca même, avec un théodolite de campagne du type du Service Géographique. Les constantes instrumentales de cet instrument sont les suivantes : diamètre du cercle vertical, 92 millimètres; diamètre du cercle horizontal, 120 millimètres; grossissement, 18 fois; ouverture de l'objectif, 28 millimètres; deux verniers opposés donnent les deux minutes centésimales. Des chronomètres de poche servirent de garde-temps. On a obtenu l'heure par la mesure de distances zénithales d'étoiles, et on a pris la distance zénithale de la Polaire pour en déduire la latitude.

C'est également par la Polaire, visée cette fois en azimut, qu'a été déterminé l'azimut astronomique de l'un des côtés du réseau de triangles, c'est-à-dire l'orientation de la carte.

On ne se préoccupa pas de la différence de longitude par rapport à un point d'Algérie, mais il n'en résulta aucun inconvénient, car l'ellipsoïde adopté comme surface de référence est de révolution; on admit la valeur, inscrite depuis 1901, dans la *Connaissance des Temps*, pour la longitude de Casablanca, et, d'ailleurs, ce nombre, obtenu par le Service Hydrographique de la Marine en 1901, n'a pas encore été modifié.

Le Bureau Topographique, renforcé par quelques officiers fournis par le corps de débarquement, détacha un de ses opérateurs à chaque colonne d'opérations et, profitant en outre de toutes les périodes de calme, parvint, à la fin de 1910, à lever au 1/100.000e toute la Chaouïa; ces levés s'appuient sur un réseau de triangles géodésiques rattaché à la chaîne établie dès 1908 près de Casablanca. Prévu seulement pour la banlieue, ce réseau s'étendit peu à peu à l'Est jusqu'en bordure du pays des Zaër que l'Oued Cherrat sépare de la Chaouïa, au Sud vers Kasba ben Ahmed, dans la direction du Tadla, et à l'Ouest jusqu'à l'oued Oum er Rebëa. Cette triangulation, établie au théodolite de campagne, est parfois un peu précaire (triangles de forme aplatie ou ayant un angle conclu, observations faites précipitamment, etc.); mais les travaux plus précis de ces dernières années ont vérifié qu'en raison de l'échelle adoptée pour la carte initiale, elle est suffisante pour la planimétrie et pour les altitudes jusqu'à 60 kilomètres au moins de Casablanca. Une cause d'erreur à redouter dans des opérations aussi rapides, mais contre laquelle les observateurs étaient mis en garde, tient aux réductions au centre, en particulier quand l'objet visé (marabout, arbre, etc.) ne possède pas une forme bien régulière, surtout s'il correspond, dans un des triangles de l'enchaînement, au sommet d'un angle trop aigu.

Au début de l'année 1909, le Bureau de Casablanca se trouva en mesure de reproduire les différentes mappes par la photographie. De son côté, le Service Géographique mettait en main la carte de la Chaouïa au 1/100.000e (quatre feuilles en cinq couleurs, dont un estompage au crayon lithographique pour le figuré du terrain).

III. — Le Bureau Topographique et le Service Géographique de l'Armée.

A la fin de 1910, le général Moinier, commandant en chef, prévoyait une nouvelle extension de notre zone d'action, principalement vers l'Est. Afin d'assurer la liaison rigoureuse des divers travaux, le capitaine Perret, alors chef du Bureau, résolut de laisser en l'état la géodésie et la topographie existantes, mais de créer de toutes pièces, en partant d'un point assez central, un autre réseau géodésique plus précis que le précédent, auquel il serait juxtaposé et rattaché. Il fit alors appel au concours du Service Géographique. Le capitaine Noirel, mis temporairement par ce Service à la disposition du Bureau, fut chargé des opérations (octobre 1910); il commença par mesurer une base au N. de Ber Rechid, le long de la voie ferrée de Casablanca : cette base est longue de 8663^{m},150. Il disposa, à cet effet, d'un appareil du type du Bureau international des Poids et Mesures ou appareil Jäderin perfectionné, dont l'organe essentiel est constitué par une série de deux fils en acier invar, longs de 24 mètres. Il détermina la base dans les deux sens et avec chaque fil. Des repères fixes, placés à chaque kilomètre, tronçonnaient cette base et permirent, par comparaison, le calcul de la précision apparente; il a été trouvé ici une erreur moyenne de l'ordre du 1/300.000^{e}. Au terme sud de la base, il obtint la latitude au moyen du théodolite dit intermédiaire, plus précis que le théodolite de campagne (constantes : cercle vertical, 115 millimètres; horizontal, 125 millimètres; grossissement, 21 diamètres; ouverture de l'objectif, 35 millimètres; deux verniers donnent les 50 secondes centésimales). On visa encore la Polaire, mais, afin d'éliminer l'erreur de flexion, on eut soin de combiner ces premières observations avec des pointés effectués au voisinage du méridien sur des étoiles culminant au Sud du zénith, à une distance zénithale égale, en moyenne, à celle de la Polaire.

La discussion des résultats a montré que la flexion était égale à 10" environ.

L'azimut astronomique, en cette même station, a été encore obtenu par des visées azimutales sur la Polaire. Vingt séries donnèrent, par réitération, une valeur dont l'erreur moyenne ne dépassa pas 20 secondes d'arc; la mire, pointée de nuit, était constituée très simplement par un écran fixé à environ 1 kilomètre de la station et dans lequel on avait percé un trou de 0^{mm},5 de diamètre; une lanterne, du genre dit œil-de-bœuf, placée derrière, en faisait un point lumineux très net pour les visées.

Une chaîne de premier ordre vient se greffer sur cette base, et par des triangles aussi grands que possible, s'achemine vers l'Est, jusqu'à l'Oued Korifla, puis descend, le long de l'Oued Cherrat, sur Rabat.

A cette occasion, le niveau de la mer a été déterminé à Casablanca par le service de la Direction du port en notant, par rapport à un repère fixe, les hauteurs journalières des hautes et des basses mers pendant une période d'environ six mois (1910-1911). On peut regarder le nombre admis provisoirement comme exact à 0^{m},30 près. La base de Ber Rechid fut rattachée au repère du port par un nivellement de précision, effectué une première fois à l'alidade holométrique, et recommencé, plus tard, par les procédés, adaptés toutefois aux conditions nouvelles, et avec les instruments en usage au Service du Nivellement général de la France (dépendant du Ministère des Travaux publics) ou pour le réseau du nivellement de précision de l'Algérie-Tunisie; on sait que ces derniers travaux sont dans les attributions du Service Géographique de l'Armée. Les altitudes des points géodésiques de la chaîne ont été déterminées, au cours des opérations de triangulation, par des visées réciproques effectuées au théodolite intermédiaire, à quatre séries au moins. Leur précision, qu'on peut apprécier *a priori* par le rapprochement des diverses valeurs obtenues pour l'altitude d'un même point dans le calcul de la chaîne, s'évaluera d'une façon plus directe quand on aura rattaché, le long de la côte, les altitudes géodésiques au niveau moyen de la mer dans les ports où l'on a l'intention d'installer un médimarémètre. Depuis 1911, un certain nombre de pistes ont d'ailleurs été nivelées par les procédés habituels du nivellement géométrique, quelque peu simplifiés en raison du petit nombre de constructions stables susceptibles de recevoir des repères permanents; ces lignes constituent les premiers éléments d'un réseau provisoire, particulièrement précieux pour les avant-projets de chemins de fer et de routes. Les cheminements actuellement terminés relient Casablanca à Rabat, Méhedya à Kénitra, Casablanca à Ber Rechid et à Mechra Ben Abbou. C'est à des officiers d'administration appartenant au cadre du Service Géographique que ces travaux spéciaux ont été confiés.

Grâce à cette collaboration étroite du Service Géographique et du Bureau, inaugurée en 1910, la région triangulée d'une façon régulière au théodolite intermédiaire s'étend, à la fin de 1913, au Nord jusqu'à la limite de la Zone espagnole (parallèle du 35e degré) et, par le Djebel Gheni et l'Oued Sebou depuis son confluent avec l'O. Ouergha, gagne l'Ouest de Fez; la limite suit une ligne allant des hauteurs de Sefrou par Kasbat el Hajeb et Agourai jusqu'au sud de Rabat; elle longe l'O. Cherrat, descend par Settat vers Marrakech et, de là, se dirige

vers Mogador. En outre, une chaîne méridienne relie Fez au Tâdla par les nouveaux postes d'Ifrane, d'Ito, d'Oulmès et de Merzaga.

Citons parmi les officiers géodésiens les capitaines Boué, Lamotte, Viviez, Cornudet, Noirel. Le croquis ci-joint (fig. 49) indique la région où existe déjà un réseau d'une exactitude qui convient à une première carte au 100/000e; il donne aussi les mêmes renseignements pour le Maroc oriental.

En 1911, notre œuvre de pénétration était suffisamment avancée pour que le ministre de la Guerre, sur la proposition du Général Bourgeois, directeur du Service Géographique, pût décider la mise en train d'une carte d'ensemble du Maroc au 1/200.000e.

Le Service géographique envoya alors, chaque année, des officiers géodésiens et des brigades topographiques sous les ordres d'un officier supérieur de son cadre, afin d'exécuter ce travail. Mais le Bureau Topographique n'en continua pas moins ses opérations, soit à la suite des colonnes, soit dans les régions où ne pouvaient encore s'installer des brigades constituées.

On a représenté sur le croquis les parties déjà levées en topographie au 1/100.000e régulier et dont la publication ne saurait tarder, et, en outre, par un signe conventionnel différent, les régions où des levés plus ou moins rapides ont été effectués, en principe par les soins du Bureau Topographique de Casablanca. La publication en est faite, suivant les circonstances, soit au 1/100.000e, soit au 1/200.000e, en deux couleurs ou simplement en noir, par héliogravure (pour les premières éditions, par photograpie, sur papier ferro-noir).

L'hostilité des tribus a souvent contrarié l'exécution des opérationssur le terrain; à plusieurs reprises, notamment en 1912, lors des événements de Fez, la situation politique ne permit pas de réserver aux officiers l'escorte qui leur était nécessaire.

En plus des brigades géodésiques et topographiques (dont le commandant Perret a été le chef en 1912 et en 1913), des officiers d'administration et des sous-officiers détachés des brigades de France (levés aux grandes échelles en vue de l'établissement de la nouvelle carte au 1/50.000e) ont dressé, généralement à l'échelle du 1/5.000e, le plan directeur des villes et des futurs centres de colonisation. Mogador, Azemmour, Mazagan, Rabat et Salé sont terminés ou en cours d'exécution. Enfin,

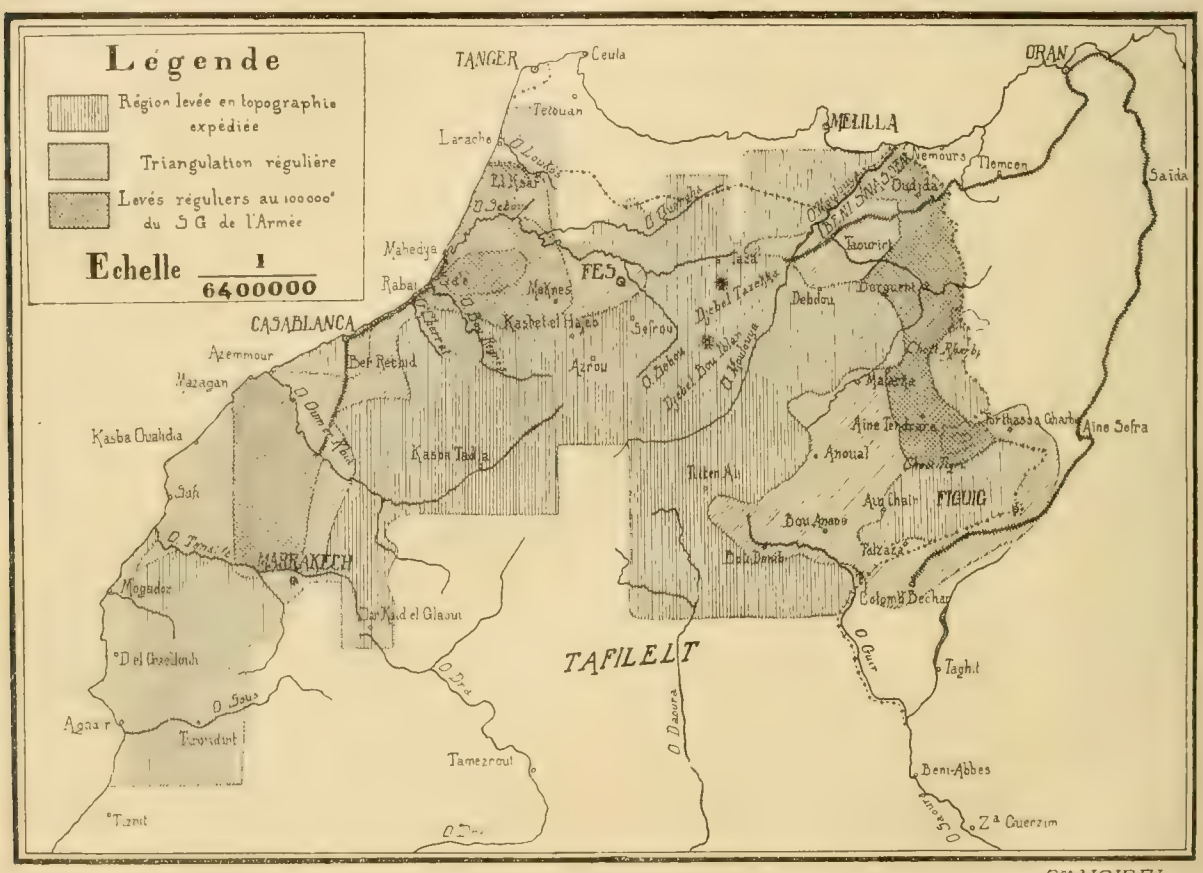


Fig. 49. — *Etat des travaux géographiques au Maroc en 1913.*

la Société générale d'Etudes et de Travaux topographiques, société anonyme privée dont le siège est à Paris, a entamé le levé de la ville de Safi, à titre d'essai. Toutes ces dernières opérations, faites à la demande de la Direction des Travaux publics du Maroc et à ses frais, sont placées sous le contrôle d'un Bureau topographique spécial rattaché au Cabinet militaire du Résident général.

IV. — L'organisation actuelle.

Jusqu'ici, nous avons vu les deux organes qui ont collaboré à la carte du Maroc, marchant côte à côte, mais en ayant chacun sa fonction propre et son rôle particulier; l'un, à l'avant-garde, opère sous la protection des colonnes, et dresse dès la première occasion une carte provisoire; l'autre attend, pour son action plus méthodique et plus suivie, qu'une région suffisante ait été pacifiée. Mais le développement si rapide de notre Protectorat a vite conduit à rechercher une organisation plus rationnelle et plus souple, basée sur la réunion, sous le même commandement, du Bureau Topographique et des brigades envoyées par le Service Géographique. C'est maintenant chose faite, depuis une décision ministérielle toute récente prise à l'instigation du général Lyautey et du directeur du Service Géographique, le général Bourgeois. L'officier qui est le chef du Bureau de Casablanca a été rattaché au cadre permanent du Service Géographique, mais reste en relation directe avec le Commissaire Résident général. Tous les officiers opérateurs sont sous ses ordres, qu'ils fassent directement partie du Bureau ou qu'ils soient simplement envoyés en mission temporaire dans les brigades venues de France. Il n'y a plus à redouter ni temps perdu ni double emploi. Cette coordination de tous les travaux est un moyen certain de faire vite, sans tâtonnements et avec le minimum de dépenses. D'ailleurs, l'atelier de reproductions et tirages, installé à Casablanca même, vient d'être également réuni au Service Géographique, ce qui lui permettra de prendre toute l'extension voulue pour assurer, dans d'excellentes conditions, la publication de la carte provisoire du Maroc.

A la tête de ce Bureau, dont l'importance devient si considérable, se trouve actuellement le capitaine Bellot; il le dirige depuis deux ans, et a su donner une vive impulsion à toutes les branches de son service.

V. — Confins Algéro-marocains.

En 1903, un Bureau Topographique a été créé, à Aïn Séfra, à l'État-major du Général commandant les troupes concentrées sur la frontière marocaine. Ce bureau fut successivement transporté à Oran (1907), puis à Oudjda, où il est encore aujourd'hui. Au début, il se contenta de coordonner les premiers levés d'itinéraires, mais, plus tard, il fit appel au concours du Service Géographique. Aussi, en 1908, le capitaine Rieder établit au théodolite-boussole le réseau géodésique des Beni Snassen, puis se transporta dans la région Talzaza Bou Denib. En 1909, la triangulation a été poussée d'Aïn Séfra vers Forthassa Gharbia, Aïn Tendrara, Berguent et Oudjda. En 1910, les capitaines Noguès et Viviez étendirent vers le sud le réseau des Beni Snassen; en 1911, ils opérèrent au nord du haut Guir et rattachèrent cette région à celle de Berguent et du Chott Tigri, entre Matarka, Aïn Tendrara, Anoual, Titen Ali, Bou Anane, puis, changeant de terrain d'opérations, ils poussèrent leurs triangles jusqu'à la Moulouya à la hauteur de Debdou et de Taourirt.

Enfin, il y a quelques mois, à l'occasion de l'occupation de Kasba Msoun, le capitaine Boué a amené la triangulation tout autour de ce nouveau poste.

En ce qui concerne la topographie, la région des Beni Snassen et d'Oudjda, levée dès 1908, au 100.000e régulier, par la brigade du capitaine Guéneau, est publiée en couleurs à cette échelle (deux feuilles, Beni Snassen et Oudjda). C'est une carte tout à fait définitive. Au fur et à mesure, le Service Géographique a mis en vente, à titre provisoire, une reproduction rapide (obtenue par photographie et héliogravure sur zinc) des levés réellement intéressants. Voici les feuilles actuellement parues : au 100.000e : El Aïoun Sidi Mellouk, Taourirt, Debdou; dans le Haut Guir, Bou Denib, Aïn Chaïr et Kenadsa; au 200.000e : les régions précédentes et en plus Mérada, Anoual et Toulal.

Le Bureau d'Oudjda a été placé jusqu'ici sous les ordres directs du général commandant les troupes d'occupation du Maroc oriental. Il avait un budget spécial et possédait une autonomie absolue. Il a édité, par ses moyens propres, en employant la photographie, les travaux des officiers topographes mis à sa disposition; il va de soi que ses publications étaient mises au point avant celles du Service Géographique. Mais cette organisation indépendante n'a plus sa raison d'être et le bureau d'Oudjda va être incessamment rattaché à celui de Casablanca, même avant la marche sur Taza.

VI. — Commission de délimitation franco-espagnole.

En application du traité franco-espagnol de 1912, qui délimite d'une manière définitive les zones d'influence des deux pays, il fut décidé

qu'une Commission, composée d'officiers des deux armées, serait chargée du tracé exact de la frontière, par interprétation du texte du traité, et en s'inspirant des contingences locales. Les opérations ont commencé en 1913. La délégation française, sous les ordres du commandant Chédeville, comprend une section technique constituée par plusieurs officiers détachés du Service Géographique. Un premier segment allant de l'Atlantique au sud de Larache, jusqu'à El Ksar et à l'Oued Loukkos, à l'Est du Djebel Gheni, sur un développement de 50 kilomètres, vient d'être terminé. Pour fixer sur le terrain le parallèle du 35° de latitude, mentionné dans le texte du traité, il a fallu faire des observations astronomiques spéciales, dont on tirera parti pour la carte du Maroc. Le capitaine Perrier a donc déterminé la latitude d'un signal géodésique de départ (marabout de Sidi Bou Rziguine, sur l'Oued Soueïr) avec le théodolite à microscopes du modèle du Service Géographique de l'Armée, par des observations circumméridiennes, au Nord et au Sud du zénith, et mesuré l'azimut d'un côté au moyen du même instrument. Voici les constantes de ce théodolite, construit dans les ateliers du Service et remarquablement approprié aussi bien à la géodésie précise qu'à l'astronomie de campagne soignée : cercle horizontal réitérateur, diamètre 220 millimètres; cercle vertical réitérateur, 135 millimètres; ouverture de l'objectif, 48 millimètres; grossissement, 26 diamètres; tour de vis de l'oculaire micrométrique 9′ : le centième de tour du tambour du microscope correspond à 10″ sur le cercle divisé.

La différence de longitude entre Bou Rziguine et Paris a été obtenue, grâce à l'emploi d'un poste de T. S. F. de campagne, en recevant les battements rythmés émis par la Tour Eiffel; l'heure était également faite au théodolite à microscopes. Une triangulation, exécutée avec le théodolite intermédiaire, a permis de comparer dans cette région les coordonnées nouvelles à celles qui résultaient des travaux antérieurs (voir le détail au § VIII). Enfin, une base de 4.578^{m},49 (après réduction au niveau de la mer) a été mesurée au Sud de Bou Rziguine; c'est donc au Maroc la deuxième mesure de ce genre.

La Compagnie du port de Larache (zone espagnole) ayant installé un marégraphe au bord de la mer, le rattachement en altitude du niveau de la mer à Larache au réseau géodésique français sera facile à réaliser par un ou deux triangles.

En outre, la Commission a levé au 40.000^{e} toute la zone de terrain de part et d'autre de la frontière, sur une largeur de 6 kilomètres en moyenne; ces travaux topographiques ont été traités dans les mêmes conditions techniques que les feuilles à même échelle de la carte d'Algérie : on emploie l'alidade holométrique Goulier, la planchette déclinée et des mires stadimétriques; toutes les opérations de planimétrie sont graphiques, y compris l'établissement d'un réseau géodésique complémentaire destiné à fournir au topographe un signal tous les 2 ou 3 kilomètres; on procède par relèvement, en des stations de planchette espacées de 500 mètres en moyenne; puis, par rayonnement, on fixe des points secondaires en y envoyant un aide portant une mire. La détermination de l'altitude nécessite un calcul simple à l'aide des tables dites de Montalant, et assure une précision relative de 1 à 2 mètres. Le report des détails planimétriques et le tracé des courbes de niveau (de 10 mètres en 10 mètres) sont exécutés séance tenante, sur la minute même, en ayant, par conséquent, le terrain sous les yeux.

VII. — Précision des travaux géodésiques et astronomiques.

La précision de la triangulation proprement dite peut se déduire *a priori* des erreurs de fermeture des triangles, sans qu'on ait à tenir compte de l'erreur d'échelle, c'est-à-dire de celle qui provient de la mesure de base; nous avons vu, en effet, que cette dernière cause est pratiquement insensible, puisqu'elle ne dépasse guère 1 ou 2 mètres à une distance de 300 kilomètres de la base. La formule de Ferrero, en usage à l'Association géodésique internationale, donne comme module de précision de l'ensemble des n triangles du réseau :

$$\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{3n}} = 16''.$$

Σv^2 étant la somme des carrés des erreurs de fermeture, après déduction des excès sphériques.

Si, de plus, on a mesuré, en quelques sommets, la latitude astronomique, ou une différence de longitude, ou encore l'azimut d'une direction géodésique, on a, par comparaison avec les éléments correspondants fournis par le calcul des coordonnées géodésiques, un contrôle de la précision des résultats astronomiques et aussi des déterminations géodésiques; en toute rigueur, il faudrait tenir compte de l'influence, assez faible relativement, des déviations de la verticale. On a eu grand soin de s'assurer des vérifications de cette nature; ainsi, le capitaine Viviez, en 1911, à l'occasion de la marche si célèbre du général Moinier sur Fez, a procédé à diverses mesures astronomiques (au théodolite intermédiaire), à Méhedya, à Lalla Ito, à Meknès et à Fez. En 1913, à Mazagan, le capitaine Lamotte a comparé la latitude, qu'il venait de trouver par une chaîne de triangles venant de la base de Ber Rechid,

à la valeur obtenue à l'astrolabe à prisme, en 1905, par MM. Larras et Traub; la différence n'est que de 2",27 ou 70m.

Déjà, en 1912, une chaîne de triangles de premier ordre (triangulations Boué et Noirel au nord de la ligne Rabat-Fez) s'est fermée sur elle-même, après un développement de 280 kilomètres, en n'accusant qu'un désaccord de 0",2 en latitude, 0",6 en longitude et 1m,70 en altitude.

La latitude mesurée rapidement à Fez, au début de 1913, à l'astrolabe à prisme fait ressortir un écart de 19" par rapport à la latitude géodésique. Ce résultat s'est trouvé confirmé par les travaux de la Commission de délimitation franco-espagnole, dans la partie nord du R'arb, à l'Est d'Arbaoua (§ VI), car ils mettent en évidence une différence de latitude égale, en moyenne, à 14",4, entre les valeurs résultant des triangulations de 1910-1911-1912 et les nombres trouvés directement par la Commission.

Toutefois, après défalcation de ce déplacement commun égal à 14",4, l'écart moyen résiduel ne dépasse pas 0",7 (ou 7 mètres) entre les deux systèmes de latitude, et encore il ne s'agit que de points de troisième ordre qu'avaient donnés, en 1912, de simples recoupements sous des angles parfois aigus, alors que les mesures de 1913 offrent plus de garanties. Mais il ne se manifeste aucun systématisme dans la distribution de ces erreurs et, comme les points de comparaison sont répartis sur une bande de 50 kilomètres de longueur environ, allongée de l'Est à l'Ouest, on peut présumer que l'erreur de l'azimut astronomique en Ber Rechid, erreur dont la répercussion aurait ici la plus forte influence, n'est pas encore appréciable, même à l'extrémité d'un bras de levier de 300 kilomètres de longueur.

La vérification la plus intéressante des résultats déjà acquis a été obtenue dans la campagne de 1913, quand le capitaine Boué a raccordé, à coups de théodolite, par-dessus la Zone encore insoumise, les deux réseaux du Maroc oriental et du Maroc occidental.

Il existe, en effet, dans la région au S. de Taza, des pics de montagnes assez caractéristiques pour ne donner lieu à aucune confusion, et qui, d'une largeur relativement faible, constituent de véritables signaux géodésiques, visibles de très loin. Visés de l'est et de l'ouest, puis calculés dans chacun des deux réseaux indépendants, ils ont permis de constater que l'accumulation des erreurs n'atteint pas un taux anormal, surtout si l'on tient compte des instruments employés. Ainsi, le Djebel Tazekka, à 20 kilomètres environ au sud de Taza, conduit à deux positions écartées, en plan, de 500 mètres au maximum; son altitude est de 1.993m,7 par l'Ouest, et de 1.975m,9 par l'Est.

On a obtenu pour le Djebel bou Iblan, à 50 kilomètres au sud du précédent, et pour le Moussa ou Salah une approximation tout à fait analogue.

On se fera donc une idée de la précision obtenue, en particulier pour les azimuts astronomiques, si l'on tient compte de ce que les coordonnées de l'Est sont dérivées du point origine de la carte d'Algérie-Tunisie (pilier astronomique de la Colonne Voirol, à Alger), situé à 800 kilomètres de Taza : de l'autre côté, la distance de ces mêmes sommets à la station de départ de Ber Rechid atteint 360 kilomètres. Nous avons déjà signalé les diverses erreurs dont la combinaison produit ces écarts; il faudrait mentionner aussi l'effet des déviations de la verticale en chacune des origines, Alger et Ber Rechid, ainsi que l'accumulation des erreurs d'ordre purement géodésique : erreurs de mesure des angles, erreurs de centrage, etc.

VIII. — Système de projection adopté [1].

La projection des cartes du Maroc est faite sur l'ellipsoïde dit de Clarke (1880), qui a pour éléments géométriques :

Demi grand axe	6.378.249m,2
Demi petit axe	6.356.515m,0
Aplatissement	1/293.465
Quart de méridien	10.001.869m

C'est l'ellipsoïde déjà adopté pour l'Algérie et la Tunisie. On a recours au développement de Bonne, comme, d'ailleurs, pour le 80.000e de France, l'Algérie et la Tunisie. Le méridien origine est ici celui du huitième grade de longitude à l'ouest de Paris; il passe tout près de Fez. Le parallèle central est celui du trente-neuvième grade (c'est le même que pour l'Algérie, qu'il traverse à hauteur de Bou Saada); il longe à courte distance la nouvelle frontière franco-espagnole. Les parties de la carte qui se trouvent les plus éloignées du point central n'en sont qu'à 500 kilomètres environ; on sait que, pour un tel système de projection, l'altération des angles ne dépasse pas, à cette distance, quinze minutes d'arc (sexagésimales), et celle des longueurs 1/600e.

Les feuilles communes au Maroc et l'Algérie (au nombre de 16 pour l'échelle du 200.000e) seront éditées dans les deux projections, afin que chaque pays ait sa carte complète dans un système de projection unique.

La carte au 200.000e, dont la coupure a des

[1] La nouvelle carte du Maroc au 1/1.000.000e, qu'édite H. Barrère, en quatre feuilles, est dessinée dans le système de projection polyconique et avec la coupure adoptée pour la Carte du Monde au 1/1.000.000e (V. la Notice explicative de cette carte, Barrère, Paris, 1913).

dimensions arrêtées à 96 kilomètres dans le sens Est-Ouest sur 60 kilomètres dans le sens Nord-Sud, comprendra 86 feuilles jusqu'à hauteur de Tiznit et Zaouïa Guerzim. Elle sera héliogravée sur zinc, en trois couleurs : noir, bleu et bistre, sans estompage. Mais la carte que l'on peut appeler normale est celle du 100.000e en noir, dont les feuilles constituent des coupures quatre fois plus petites, c'est-à-dire de 48 kilomètres sur 30 kilomètres, ce qui formera un total de 344 feuilles, sauf déduction d'une douzaine de feuilles pour la zone espagnole. Trois de ces feuilles sont déjà en vente : celles de Bou Selham, de Meknès et de Rabat, mais avec des limites provisoires, autres que les précédentes. Cette carte, obtenue par un levé au 100.000e régulier, a ses courbes de niveau à l'équidistance de 25 mètres pour le 100.000e et de 50 mètres pour le 200.000e.

Les nouvelles feuilles, qui doivent paraître bientôt, reproduiront les levés réguliers dressés en 1912-1913 par les brigades du Service géographique, c'est-à-dire les environs de Fez, et la région située entre Mazagan et Marrakech.

De son côté, le Bureau de Casablanca a commencé la publication de deux cartes spéciales au 500.000e, la carte des étapes et la carte des tribus, et imprime les carnets descriptifs des itinéraires principaux.

IX. — Conclusions : L'œuvre déja accomplie, l'œuvre future.

Une fois de plus, le Service Géographique de l'Armée a fait ses preuves. Ses officiers et son personnel d'artistes et d'ouvriers possèdent une incontestable expérience, fruit d'une longue tradition. Il est pourvu des instruments d'astronomie, de géodésie et de topographie les plus perfectionnés et dispose d'un outillage cartographique de premier ordre. Aussi a-t-il pu aisément et sans retard établir, au fur et à mesure de la pénétration au Maroc, soit avec ses moyens propres, soit par des organes qui étaient issus directement de lui, la carte des territoires successivement occupés. Au 1er janvier 1914, après six ans d'efforts, la superficie totale des levés atteint 220.000 kilomètres carrés, dont 30.000 kilomètres carrés au 1/100.000e régulier et 100.000 kilomètres carrés couverts par une triangulation provisoire, mais dont la qualité est suffisante pour l'instant.

La nouvelle organisation, si simple au point de vue administratif, permettra au Service Géographique de mettre à la disposition du Protectorat ses puissants moyens d'action en personnel et en matériel, ce qui assure l'achèvement rapide de la carte au 1/100.000e, dans son type définitif.

La loi sur l'emprunt marocain, que le Sénat vient de voter dans sa séance du 27 février, prévoit, pour la carte du Maroc, une somme de 500.000 fr., qui sera allouée au Service Géographique, à titre de subvention forfaitaire, sur la base de 4 francs par kilomètre carré de carte levée et publiée ; ces 125.000 kilomètres carrés conduiront jusqu'au pied du Haut-Atlas.

Mais il ne faut pas se dissimuler que les résultats déjà obtenus, si remarquables soient-ils, ne constituent qu'une première étape, et que, dans un avenir plus ou moins rapproché, le Service Géographique de l'Armée sera amené à perfectionner son œuvre du début. La géodésie du Maroc demande, en effet, à être établie dans les conditions de précision qu'elle possède en France, en Algérie ou en Tunisie; un réseau primordial, destiné à restreindre l'effet de l'accumulation des erreurs, sera exécuté avec les méthodes les plus rigoureuses et les instruments les plus fins et servira de cadre à un ensemble de repères géodésiques secondaires. La position de tous ces points devra être assez précise et leur densité suffisamment serrée, non seulement pour la carte de l'avenir, qui sera probablement levée au 1/40.000e et publiée au 1/50.000e comme pour l'Algérie et la Tunisie, mais encore pour tous les avant-projets de routes et de voies ferrées, toujours préparés à des échelles supérieures; il faut songer aussi aux futurs levés du cadastre foncier dont l'échelle sera normalement le 1/5.000e. De cette façon le cadastre possédera cette précieuse cohésion, si désirable à tant de points de vue, que la France métropolitaine en est réduite à envier à l'Algérie et surtout à la Tunisie. Toutes les coordonnées géodésiques pourront alors être calculées en partant des données astronomiques fondamentales de Colonne Voirol.

Le Service Géographique aura ensuite à traiter le problème essentiel de la géodésie supérieure, qui est l'étude du géoïde par la détermination de la déviation de la verticale en un grand nombre de stations.

Les observations astronomiques seront donc faites au grand cercle méridien Brünner pour les latitudes, au cercle Gautier à micromètre automatique impersonnel pour les longitudes et les azimuts. L'astrolabe à prisme, déjà utilisé au Maroc depuis 1912, donnera rapidement la latitude et la longitude en un certain nombre de sommets.

Quant aux bases fondamentales, au lieu de se contenter de mesures au fil, on se servira de la règle invar de 4 mètres appartenant au Service Géographique.

La triangulation de premier ordre sera établie avec le cercle azimutal Brünner à deux ou à quatre microscopes, de manière à réduire à une ou deux secondes

(centésimales) le module de précision $\sqrt{\frac{\Sigma v^2}{3n}}$, et la triangulation secondaire avec le théodolite Brünner grand modèle ou, quelquefois, avec le théodolite intermédiaire. (Caractéristiques du cercle azimutal grand modèle : distance focale de l'objectif, 700 millimètres; ouverture, 65 millimètres; grossissement, 30 diamètres; diamètre du cercle divisé, 420 millimètres; les microscopes du cercle grossissent 40 fois.)

Un réseau de nivellement géométrique très précis, puisque son erreur kilométrique accidentelle ne dépassera pas en moyenne 1 ou 2 millimètres, suivra les routes et les voies ferrées pour se rattacher à un certain nombre de médimarémètres (du type de l'inspecteur général des mines Ch. Lallemand) qu'on installera dans les ports; ce nivellement permettra, en particulier, de comparer avec certitude le niveau de la Méditerranée près d'Oran au niveau de l'Océan sur la côte de l'Atlantique.

On mesurera aussi l'intensité de la pesanteur avec l'appareil Defforges, en quelques stations spécialement choisies, et l'on déterminera, en un nombre de points suffisant, les trois éléments du magnétisme terrestre.

Comme il est d'usage au Service Géographique, les officiers en mission prendront soin de recueillir sur place tous les documents qui intéressent la géologie et la disposition stratigraphique des régions qu'ils parcourront pas à pas; ces renseignements serviront de base à la publication d'études topologiques d'ensemble, ainsi qu'on le fait pour la France et l'Algérie-Tunisie[1]. Les topographes ne négligeront rien de ce qui se rapporte à l'entomologie et à la botanique, ou encore à l'ethnographie et à l'archéologie des régions étudiées.

Aussitôt que ce sera possible, les massifs du Grand Atlas seront levés rapidement par la méthode stéréophotogrammétrique, employée avec succès depuis 1911 dans les Hautes Alpes françaises. Les sections horizontales du terrain s'obtiendront alors d'une manière automatique au moyen de l'appareil spécial de report, nommé *stéréautographe*, et imaginé par le lieutenant von Orel, de l'Institut géographique de Vienne[2].

Sans préjuger de l'avenir, l'œuvre déjà accomplie est fort intéressante, car elle montre de quelle brillante façon le Service Géographique a pu traiter le problème qui se posait : dresser rapidement la carte d'un vaste pays, à peu près inconnu, habité par des populations hostiles, mais que ses richesses naturelles incitent à mettre en valeur à brève échéance.

Cette récente expérience le signale donc de nouveau comme une pépinière de techniciens compétents; aux Etats jeunes où l'agriculture et l'industrie se développent tout d'un coup, le concours de pareils spécialistes est particulièrement précieux; pour ces pays, comme pour le Maroc, en effet, l'établissement de cartes précises est un impérieux besoin de la première heure.

Capitaine H. Noirel.

VIEILLES VILLES ET CITÉS MODERNES AU MAROC

Parmi les préoccupations qui agitèrent les promoteurs et les artisans du protectorat de la France sur le Maroc, il n'est pas exagéré de dire que les soucis concernant le patrimoine d'art et d'histoire que la France allait acquérir occupaient un rang fort modeste. On supputa les bénéfices politiques, économiques, voire moraux, on se dit peu que nous allions hériter une richesse hors de prix : tout un pays, tout un peuple, qui depuis onze cents ans n'avaient pas bougé, et que nous allions trouver intacts, figés et toujours vivants dans le plus impressionnant archaïsme : la même mentalité, la même civilisation, la même organisation sociale que celles qui, au VIIIe siècle, trouvent à Tanger le représentant nominal de Byzance, puis se ruent à la conquête de l'Espagne visigothe et vandale, se font écraser au nord de Poitiers par Charles Martel, s'installent et s'épanouissent dans la splendeur du Califat de Cordoue, enfin chassés de Grenade, en 1492, par Ferdinand et Isabelle se replient sur le Maghreb africain où, serrées de près par le chrétien espagnol et portugais, elles n'ont d'autre préoccupation que de le jeter à la mer et de vivre à l'égard de l'Europe dans l'isolement le plus absolu.

Et c'est cet isolement qui nous permet de réaliser ce qui fut la hantise impossible de tant d'artistes, de poètes, d'historiens : être les témoins du passé, voir vivre et évoluer sous nos yeux, en une synthèse toute naturelle, les ambassadeurs d'Haroun Al Raschid à Charlemagne, les compagnons fugitifs de Boabdil, les envoyés de Louis XIV à Moulay Ismaïl; et cela à deux pas de l'Europe; en trois journées, nous franchissons dix siècles. Mais qu'on se hâte; déjà l'illusion intégrale, celle que connu-

[1] *Cahiers du Service géographique. Matériaux d'études topologiques pour l'Algérie et la Tunisie*, n° 10, 1900; n° 14, 1901; n° 16, 1902; n° 19, 1903; n° 21, 1904; n° 23, 1906; n° 29, 1908; *pour la France*, n° 24, 1906.

[2] Voir P. Corbin : La stéréoautogrammétrie. *Revue gen. des Sciences* du 30 mars 1914, t. XXV, p. 223.

rent de Foucauld et de Segonzac et que chanta Loti, n'est plus possible partout où nous sommes installés; chaque paquebot qui jette l'ancre devant Casablanca y débarque une foule toujours croissante de soldats, de fonctionnaires et de colons, amenant avec eux les besoins et les nécessités de la vie moderne. Les murs étonnés des villes silencieuses résonnent de nos pas fiévreux et s'attristent de nos vêtements sombres; les pistes du bled sont mordues par l'automobile et le chemin de fer; des gratte-ciel à toits pointus, surgis de la blancheur des terrasses, déchirent le ciel limpide, et, chose plus grave, chose fatale, les indigènes s'intéressent à ce va-et-vient et à ce bouleversement, achètent notre pacotille, encombrent le mystère de leurs harems de pendules et de phonographes, et prennent des leçons de français.

Réjouissons-nous, c'est entendu, et je ne songe nullement à me plaindre des avantages très hauts et très nobles qui résulteront de notre action au point de vue général de la civilisation, de l'ordre, du progrès des mœurs, de la prospérité du pays; mais quelle âme d'artiste, quel amant du passé, quel historien soucieux du document original, pourrait se défendre d'une mélancolie profonde devant la fin, et la fin irrémédiable, d'un ensemble aussi parfaitement homogène?

Est-ce que Fez, la ville d'Idriss, grouillante et tragique, qui vit tant de fois les sacs et les sièges, qui reçut les réfugiés de Cordoue et ceux de Kairouan, qui dans le dédale de ses rues fortifiées et dans la somptuosité de ses palais abrite cent mille indigènes, sémites peu berbérisés, lettrés et artistes, astucieux et mercantiles, est-ce que cet écroulement dans un ravin de terrasses, de minarets, de remparts, de ponts chevauchant les uns sur les autres, dans le plus extraordinaire fouillis (fig. 50), risque de se voir nivelé, éventré, transpercé par des avenues et des boulevards tirés au cordeau? Est-ce que Meknès, cette fantaisie mégalomane d'Ismaïl, cet étrange pastiche mauresque de Versailles, endormi aussi comme elle dans le rêve d'un passé glorieux, subira le viol du rail meurtrier, des gares, des usines? Est-ce que Rabat (fig. 52) et Salé, les deux jumelles gracieuses, enchâssées de verdure au bord de l'Océan et veillées par la grande ombre évocatrice de la tour Hassan (fig. 54), connaîtront l'horreur des tramways électriques et des maisons à cinq étages? Est-ce que Chellah, la vieille casbah d'El Mansour, refuge des cigognes, vallée sacrée de poésie troublante et de sérénité embaumée, sera empestée de la fumée des cheminées d'usines, et les sultans noirs qui dorment sous les marabouts blancs seront-ils éveillés par les sirènes et les

Fig. 50. — *Panorama de Fez.*

trompes d'automobiles? Est-ce que Marrakech, la rivale de Fez, qui rougeoie et brûle de simoun saharien au pied de l'Atlas neigeux, où s'organisaient et d'où partaient ces folles et rapaces croisades qui s'en allaient conquérir Tombouctou, est-ce que l'incomparable capitale du Sud se transformera en une banale station d'hiver? Verrons-nous des jeux de golf dans la palmeraie saccagée et des affiches du Carlton sur les quatre faces de la Koutoubya?

Là était le danger : les exigences du flot brusque d'émigration qui, en moins de sept ans, a jeté sur

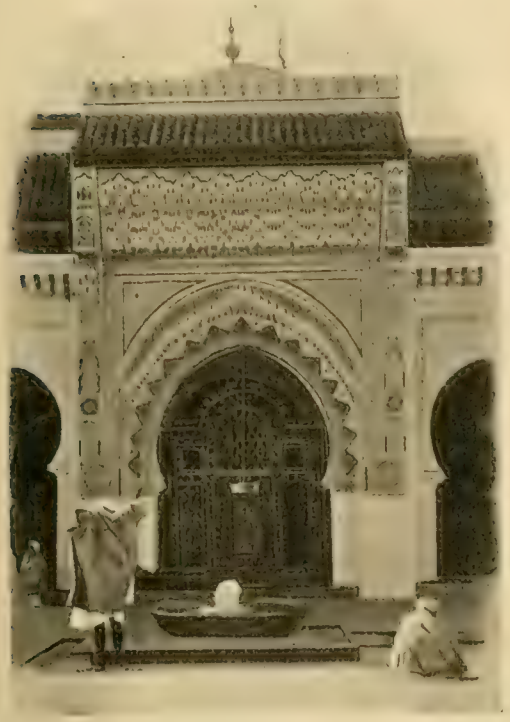


Fig. 51. — *Cour d'une maison, à Fez.*

ce pays, troupes d'occupation comprises, plus de cent mille roumis, pouvaient faire naître de véritables angoisses chez tous ceux qui considèrent comme inestimable la chance que nous avons de contempler le Maroc conservé jusqu'à ces dernières années dans son intégrité.

Il y a quelque vingt ou quarante ans, on exhuma à Meaux, je crois, le cercueil qui contenait les restes de Bossuet; les quelques rares privilégiés qui assistaient à cette impressionnante cérémonie eurent l'émouvante et imprévue bonne fortune d'avoir quelques instants devant les yeux le visage, admirablement respecté par la mort, du grand orateur sacré. La vision fut brève, tout soudain tomba en poussière... Aurons-nous ici un spectacle semblable? Le souffle d'esprit moderne que nous avons apporté de l'extérieur fera-t-il évanouir en légende et en souvenir ce que nous voyons encore

Fig. 52. — *Rabat et l'embouchure du Bou Regreg.*

aujourd'hui? Pour plusieurs raisons, il est permis de ne pas désespérer.

Tout d'abord, l'impossibilité qu'il y aurait, le voulût-on, à détruire et à reconstruire immédiatement le cadre dans lequel évolue la société marocaine. En dépit de leurs curiosités, les indigènes sont encore, et pour de longues années, attachés à tout l'ensemble d'habitudes et de traditions qui sont le patrimoine de leur histoire. L'Islam est un lierre envahissant et tenace qui se défend contre toute surprise par sa passivité, son fatalisme et sa force d'inertie; longtemps les Marocains vivront et

Fig. 53. — *Batterie du Ramadan, sur le Souk el Ghezel, à Rabat.*

désireront vivre dans leurs casbas et leurs vieilles cités fortifiées, continueront d'aller à la mosquée et de se vêtir de djellabas et de burnous; l'exemple

voisin de l'Algérie est à cet égard à méditer; il faudrait que les indigènes se prêtent à la démolition de leurs villes et de leurs coutumes, et il faudrait ensuite que nous ayons les moyens d'accomplir cette œuvre, hypothèses peu redoutables à l'heure présente.

Fig. 54. — *La tour de Hassan, à Rabat.*

D'autre part, les villes indigènes, où force a été de nous loger en débarquant, se prêtent mal à nos installations aussi bien industrielles et commerciales que privées. Les rues sont presque partout des couloirs tortueux, étranglés entre de grandes murailles aveugles, se croisant et s'enchevêtrant arbitrairement, sans logique et sans souci des dégagements; les maisons d'habitation, toutes bâties sur le même type, se composent de cours intérieures par où seulement pénètrent l'air et le jour, et sur lesquelles s'ouvrent les pièces longues et étroites comme des corridors de chez nous; en principe, pas de fenêtres à l'extérieur. Or, les Européens, malgré le charme de ces demeures ornées de délicates mosaïques, de portes et de plafonds finement travaillés, d'ogives minutieusement sculptées, s'en accommodent médiocrement, pour la plupart, et, dès qu'ils le peuvent, s'évadent hors des villes, dans la campagne où ils peuvent, à leur gré, construire des habitations baignées de lumière de tous côtés.

Et voici des raisons qui, tout naturellement, mettront un frein et un arrêt à l'éventrement et à la modification des villes marocaines. L'Administration l'a d'ailleurs merveilleusement compris, et tout son effort porte actuellement sur la création, en dehors des villes indigènes, de villes européennes, vastes, largement percées, dotées de parcs et de jardins, dans lesquelles nous pourrons évoluer à l'aise, nous, nos tramways et nos autos, où nous pourrons installer nos magasins et nos villas, où seront les gares et à proximité desquelles passeront les chemins de fer ; de cette façon, les villes indigènes continueront à abriter la population indigène sans crainte d'être transformées et étouffées par nous.

A Casablanca, la ville indigène, d'un pittoresque médiocre, d'ailleurs, fut envahie, en 1907, par le commerce européen débarqué à la suite des troupes; son caractère local ne tarda pas à succomber sous la poussée d'une croissance et d'une extension impossibles à endiguer ; elle éclata dans ses murailles et se répandit, au petit bonheur, dans la campagne environnante, où aujourd'hui une ville nouvelle, ardente, à l'américaine, un peu confuse, impatiente de grandir encore, sort du sol comme par l'effet d'une baguette magique ; demain, elle sera doublée, triplée, quintuplée; aussi bien le plan régulateur et ordonnateur dressé par les services compétents ne sera-t-il pas inutile pour permettre au futur grand port de devenir la cité plaisante et confortable qu'elle est loin de réaliser aujourd'hui.

A Rabat, où se sont abattus en moins de deux ans plus de 5.000 Européens, et où les possibilités d'avenir les plus larges sont à prévoir et à réserver, un plan grandiose a été établi : les voies sont tracées à travers les champs et les jardins d'orangers,

Fig. 55. — *Jardin du Souk el Ghezel, à Rabat.*

et les habitations européennes s'élèvent de toutes parts ; dès qu'elles seront suffisantes pour servir de cadre à la population immigrée, la ville indi-

Fig. 56. — *Fontaine décorée, rue des Consuls, à Rabat.*

gène se videra d'elle-même des éléments européens qui l'encombrent et qui, malgré toutes les précautions, l'ont marquée d'empreintes désastreuses, qui, heureusement, ne sont pas irréparables.

Les Européens, en plus petit nombre, mais en croissance incessante également, affluent dans Marrakech depuis un an ; au lendemain de la déroute d'Hibba, et dès le début de l'occupation française, le tracé d'un plan sur les mêmes principes a été entrepris : dégagement de la ville indigène et création de toutes pièces, sur les espaces libres d'alentour, d'une cité moderne.

Pour Fez, Meknès, Mazagan, Safi, Mogador, où l'afflux européen a été jusqu'ici peu appréciable, on le prévoit cependant important, et l'emplacement des villes futures avec leur tracé est déjà déterminé ou à l'étude.

En ce qui concerne les villes indigènes, d'ailleurs, on a essayé d'enrayer le plus possible les dégradations et les vandalismes inévitables, et le Résident général qui, en plus de ses soucis d'ordre militaire, politique et administratif, trouve le temps d'être un artiste enthousiaste et un dilettante averti, a fait sentir, à maintes reprises et de la façon la plus heureuse, son impulsion personnelle au sujet de la préservation du caractère esthétique et du pittoresque des cités indigènes. En M. Tranchant de Lunel, qu'il a fait grand maître, au Maroc, des Beaux-Arts et des Monuments historiques, il a discerné, à coup sûr, le Français qui a sans doute le mieux pénétré, senti et goûté les subtilités, les élégances, la grandeur et, pour tout dire, l'âme incluse dans l'art moghrébin.

Ainsi donc, tout n'est pas perdu, puisque l'intérêt logique de la colonisation et de l'expansion européenne vont de pair avec les soucis désintéressés des pouvoirs dirigeants pour respecter le domaine de l'histoire et en conserver aussi intacte que possible la survivance émouvante à la ferveur et la piété de ceux dont le cœur et la pensée ne se limitent ni aux contingences du présent, ni aux espoirs de l'avenir, mais aiment encore à s'exalter dans la poésie du passé.

Imaginons qu'à côté du Paris moderne, une « machine à conserver le temps », comme pourrait en imaginer Wells, nous ait gardé le Paris du Moyen Age, et que nous ayons le loisir, au sortir de l'ambiance trépidante de nos affaires ou de nos plaisirs, d'aller nous mêler aux escholiers qui, sur la montagne Sainte-Geneviève, écoutent la leçon d'Abélard ou contempler, sur le parvis Notre-Dame, la face grimaçante de Quasimodo. Quel rêve! quels enseignements! quel prolongement de nous-même! Eh bien! dans l'avenir, lorsque ce Maroc, arrosé de sang français, ensemencé de notre bon grain, fécondé de notre labeur, sera hérissé d'usines et d'écoles, sillonné par le rail et le fil électrique, et bien tout de même on pourra regarder le crépuscule noyer de vapeur violette le ravin où Fez recèle toujours son

Fig. 57. — *Décoration de fontaine, rue Souika, à Rabat.*

mystère, vraiment ceux qui auront permis cela mériteront de n'être pas dédaignés. René Jactel.

LE LOTISSEMENT DE LA VILLE NOUVELLE DE MARRAKECH

Dans le but de favoriser le développement de la région de Marrakech et d'y faciliter l'installation des commerçants et des industriels, un dahir chérifien en date du 7 avril 1913 a autorisé l'allotissement et la vente aux particuliers d'un secteur des terrains Makhzen situés entre le camp de Gueliz-Bab Doukkala et la Menara à Marrakech.

Le cahier des charges, établi préalablement à l'adjudication des différentes parcelles provenant du lotissement du terrain domanial, contient des clauses intéressantes à signaler, et pourrait servir de modèle à quelques collectivités de notre vieille Europe.

L'article 4 du cahier des charges dressé par l'Administration municipale de Marrakech stipule que le même acquéreur ne pourra, par lui-même ou par personne interposée, se porter adjudicataire de plus de deux lots, la surface totale de ces deux lots ne pouvant par ailleurs dépasser 5.000 mètres carrés.

Chaque lot comporte l'obligation d'édifier une construction distincte, en matériaux durables (pierres, briques, ciment armé, pisé à la chaux), dans un délai de dix-huit mois à partir du jour de l'adjudication.

Dans le délai d'un an (article 13 du cahier des charges), le terrain doit être clos par un mur, une grille en bois ou en fer d'un mètre au moins de hauteur.

L'article 12 réserve certains lots pour la construction de fendoks, sorte d'entrepôts où les commerçants indigènes, étrangers à la ville, déchargent les marchandises qu'ils viennent vendre; d'autres pour l'installation d'usines ou d'établissements industriels dégageant des fumées, des odeurs ou des poussières incommodes ou insalubres.

L'article 14 interdit à l'acquéreur, s'il existe des arbres sur le lot vendu, de les arracher ou de les détruire sans une autorisation préalable de la Municipalité.

Cette autorisation n'est délivrée que moyennant l'engagement pris par l'acquéreur de planter trois nouveaux pieds d'arbre pour chaque arbre détruit, et d'en assurer la reprise.

Ces clauses montrent, sans qu'il soit besoin de longs commentaires, quel souci on a eu de l'hygiène, de la beauté et de la salubrité de la nouvelle ville. Celle-ci, qui s'élèvera, afin de respecter l'originalité de la ville indigène, à côté de cette dernière, présentera ainsi, dès l'origine, l'aspect d'une ville propre, large, aérée, où partout des espaces libres, vastes et boisés, seront aménagés.

L'Administration ne s'est pas contentée d'exiger des conditions particulières d'aménagement et de constructions des terrains lotis : elle a stipulé dans son article 16 une sanction efficace. En effet, le titre de propriété ne sera remis à l'acquéreur que sur justification de la réalisation de toutes les conditions de la vente. Jusque-là, l'acquéreur ne peut aliéner tout ou partie de son immeuble.

Enfin, et c'est une des clauses les plus susceptibles de retenir l'attention, on a exigé des acquéreurs qu'eux et leurs ayants droit se soumettent à tout règlement de police et de voirie, ainsi qu'à tous impôts d'Etat ou taxes municipales, existants ou à intervenir.

Une telle clause, qui n'aurait aucune raison d'être dans un pays soumis à nos lois, présente au contraire un intérêt capital en pays marocain. C'est une brèche largement ouverte dans le régime des capitulations, si préjudiciable au développement de notre influence au Maroc. A ce titre elle méritait d'être spécialement signalée.

Les mesures dont nous venons d'indiquer les grandes lignes peuvent paraître draconiennes en la forme, mais elles sont profondément sages. Elles ne contribueront pas seulement à dresser pour l'avenir une cité bien bâtie, hygiénique et propre : elles empêcheront en même temps la hausse fictive du prix des terrains, l'accaparement en quelques mains de la propriété foncière et la crise du logement qui en est la conséquence inévitable. L'acquéreur n'aura pas le droit d'opérer sur ses terrains une hausse de spéculation pendant que les habitations manqueront et que les Européens ne pourront se loger que dans de déplorables conditions.

Les indigènes, qui se sont rendus acquéreurs de la plupart des terrains lotis, se sont parfaitement soumis à ces formalités. Elles sont reproduites dans toutes les ventes de biens domaniaux ayant pour but la création de villes européennes, à Kénitra, à Fez et à Meknès.

De la lecture du cahier des charges, dont nous venons de signaler les points essentiels, il résulte cette constatation que les officiers qui administrent au Maroc le font avec un rare souci de son développement, et avec une netteté de vues parfaite.

Souhaitons que le pays neuf qui se dresse et qui s'élève, dans les cadres d'un formalisme administratif simple, pratique et équitable, puisse servir d'exemple à notre vieux monde, si embarrassé de lourdes et vaines formules.

René Besnard.

SAFI

Le port de Safi, débouché immédiat de la province des Abdas, est le port naturel de Marrakech, situé à moins de 130 kilomètres. Pendant longtemps, il fut le grand port exportateur du Maroc ; c'est le seul en effet dans lequel l'exportation l'emporte sur l'importation : 15 millions d'exportation contre 14 millions d'importation. Si en 1913 on note une inversion, c'est que la récolte déficitaire a singulièrement influencé les mouvements d'un port qui expedie principalement des céréales.

Fig. 58. — *Ancien château-fort portugais, à Safi.*

Les avis sont très partagés sur la valeur de la rade de Safi ; alors que d'aucuns considèrent la rade de Safi comme offrant un des meilleurs ou plutôt des moins mauvais mouillages de la côte, la tenue des ancres étant meilleure qu'à Mazagan ou à Casablanca, les autres, d'un avis diamétralement opposé, soutiennent que la rade est trop exposée au vent du sud et que le débarquement sera impossible pendant la moitié des mois d'hiver.

Malgré les déboires causés par les derniers coups de vent qui ont détruit le wharf, on songe à installer un transbordeur aérien permettant l'embarquement direct des céréales sur les navires. Un premier devis évalue les dépenses à 1.200.000 fr. ; mais il serait indispensable de mieux connaître les fonds avant de se lancer dans cette entreprise.

L'hinterland de Safi est la principale cause de son importance. Les terres noires des Abdas ont été comparées aux fameuses terres noires (tchernozomes) de la Russie méridionale. Le blé et l'orge poussent sans effort dans ces belles terres, à la condition qu'un peu d'eau vienne en temps opportun humecter le sol ; les fenugrecs, les cumins, les alpistes contribuent pour une part importante à l'exportation. En 1911 la seule exportation des amandes représente 1.530.000 fr., les fèves 2.405.000, le fenugrec 250.000 francs.

Les olives avaient fourni en 1909 pour plus de 220.000 francs d'huile ; depuis cette époque, la sortie par mer est tombée graduellement jusqu'à quelques milliers de francs, mais une culture plus rationnelle permet d'espérer une exploitation productive dans les terres des Lidalha.

Un Syndicat commercial français a pris l'initiative de faire connaître et d'appeler l'activité française sur cette ville. Dans une brochure que les photographies de M. Kern illustrent agréablement, et dont on pourra juger la valeur artistique d'après les clichés qui ont été aimablement prêtés à la *Revue générale des Sciences*, le Syndicat indique avec une très grande précision les genres de commerce ou d'industrie qui pourraient attirer nos compatriotes : le commerce de détail exige un capital disponible de 10 à 25.000 francs, alors que pour le commerce en gros, il faut compter sur 100 000 francs pour permettre de résister aux années déficitaires.

Fig. 59. — *Vue prise d'une terrasse de la ville, à Safi.*

Les indications données en ce qui concerne l'agriculture et l'élevage sont des plus précieuses et nous les citerons ici, car elles donnent une idée

fort juste des méthodes d'association entre colons et indigènes.

Fig. 60. — *Etablissements Mannesmann, à Safi.*

Le meilleur système d'exploitation est la culture directe ; toutefois, l'association avec l'indigène est une étape que le colon doit franchir et qui lui permet de connaître les contrées, les ressources du pays et de faire choix de l'endroit où il doit installer sa future ferme.

Actuellement, le transport des produits agricoles se fait par chameaux ; le prix moyen d'un quintal d'orge ou de blé est d'environ 1 franc à 1 fr. 50 pour des distances de 50 à 60 kilomètres.

Dès que les routes en projet seront créées, les entrepreneurs de transport par arabats, charrettes, camions automobiles, pourront s'installer avec chances de succès.

Les premiers colons ne pourront trouver sur place que la main-d'œuvre indigène pour exploiter la terre dans les débuts ; ils utiliseront les métayers indigènes ou « khammès », auxquels on alloue, comme rémunération, le huitième de la récolte dans les régions moyennes. Le « khammès » laboure, sème, sarcle, bine, moissonne, entretient les bœufs dont il a la charge. S'il est célibataire, il est nourri par l'agriculteur ; s'il est marié, il reçoit chaque mois une mesure de blé, d'orge et de maïs. Les métayers à l'année, sans aucune part à la récolte, sont engagés pour une somme de 200 à 250 francs par an. Les laboureurs sont payés à raison de 0 fr. 50 par jour. Les moissonneurs sont payés 1 franc, 1 fr. 15 à 1 fr. 50 par 25 brasses carrées.

Les travaux d'entretien, sarclage, binage, désherbage, faits d'ordinaire par les femmes et les enfants, se paient 0 fr. 25 la journée.

Nul doute que l'établissement d'une voie de communication rapide entre Marrakech et Safi ne donne à cette ville un vif essort.

Fig. 61. — *Environs de Safi.*

A. Legramps,
Colon.

L'ORGANISATION JUDICIAIRE AU MAROC

Entre tant de réalisations accomplies en territoire du Protectorat de la France au Maroc, une des œuvres les plus personnelles de M. le général Lyautey, dont la postérité lui devra une entière reconnaissance, est bien l'organisation judiciaire.

Notre zone d'influence était à peine pacifiée, à peine y avait-il assuré le respect de la France et du nouveau Gouvernement marocain, que M. le Résident général se préoccupait de la Justice française comme de la Justice indigène. Il savait, par une longue expérience des choses du Nord-Afrique, l'importance qu'avait eue en Tunisie l'institution de tribunaux français, sous la juridiction desquels tous les ressortissants étrangers avaient été placés après abrogation des Capitulations ; il constatait tous les jours l'urgence de réorganiser et de moraliser une justice indigène ne présentant pas plus de garanties pour les justiciables que celle trouvée en Algérie aux temps de la conquête. S'étant fait déléguer un conseiller technique, M. le général Lyautey arrêtait, dès le 30 octobre 1912, un plan qui peut brièvement se résumer ainsi :

Détermination des centres d'intérêts français et européens à pourvoir de justices de paix à compétence étendue; des centres où un tribunal de première instance devrait être institué; étude de la juridiction d'appel à laquelle ressortiraient les tribunaux créés; examen du régime judiciaire à adopter, étant d'ores et déjà proposé de ne point copier ce qui avait été réalisé en Algérie et en Tunisie, de ne point acclimater au Maroc toute notre législation métropolitaine sans l'avoir simplifiée ou modifiée, ainsi qu'on a dû se préoccuper de le faire en Tunisie et qu'on doit songer à le faire en Algérie; adoption pour la procédure non du Code de procédure civile métropolitain, *mais du Code de procédure en vigueur devant les Conseils de Préfecture de France aux termes de la loi du 22 juillet 1889*; institution d'un tarif proportionnel; suppression du dualisme de l'avoué et de l'avocat, par la disparition des officiers ministériels; remise du notariat à un corps de fonctionnaires, à traitement fixe, percevant les frais d'actes pour le compte du Trésor; nécessité signalée de former le cadre judiciaire par des magistrats considérés comme étant du cadre métropolitain ainsi que leurs collègues d'Algérie et de Tunisie, devant satisfaire aux mêmes règles de recrutement, bénéficier des mêmes droits à l'avancement; traitements à régler après enquête sur les conditions de la vie matérielle.

Aux tribunaux de première instance, il semblait nécessaire de donner compétence au grand criminel, compétence commerciale, compétence administrative, compétence en matière d'immatriculation immobilière, le régime de l'immatriculation apparaissant à créer au plus tôt en Protectorat français du Maroc.

On envisageait encore une réorganisation de la Justice indigène, tant au civil qu'au répressif, en dépit des difficultés inhérentes à la matière, mais sans qu'il fût possible d'en venir à une administration directe, incompatible avec le principe même du Protectorat; toutes réserves étaient, dans cet ordre d'idées, formulées pour les centres berbères.

Ce plan a été réalisé dans sa presque totalité.

Dès le 30 décembre 1912, un avant-projet d'organisation française était établi, un règlement provisoire de la Justice civile indigène était en cours d'exécution et se délibérait avec le ministre de la Justice chérifienne et les services du Protectorat intéressés.

Le premier projet présenté comportait : une loi organique, un code de procédure civile adapté d'après la loi française du 22 juillet 1889, constituant le Code de procédure civile des Conseils de préfecture; un tarif, une échelle de traitements, un tableau des circonscriptions judiciaires, un dossier de pièces justificatives, contenant des documents recueillis malgré les plus grandes difficultés grâce à une véritable coalition des bonnes volontés de tous les services sous l'énergique impulsion du Résident général.

Une discussion immédiate n'en ayant pas été possible en raison de la crise ministérielle qui suivit l'élection présidentielle, le projet fut repris, remanié.

Le texte organique en forme de « dahir » intervenant dans les conditions prévues au traité de Protectorat du 30 mars 1912, fut allégé de toute la partie relative à la Justice criminelle, ce qui amena la rédaction d'un projet sur la procédure criminelle et d'un projet sur l'assessorat des tribunaux criminels. Le régime de procédure, conforme à la loi du 22 juillet 1889, fut modifié, mais la suppression des officiers ministériels y fut plus complètement accusée et se compléta d'une suppression des notaires. Les fonctions notariales, comme celles d'officiers ministériels, y furent dévolues aux greffiers, ou, pour prendre le terme aujourd'hui en vigueur, aux secrétaires greffiers des nouvelles juridictions françaises. Les tarifs de procédure demeuraient particulièrement réduits; les taxes étaient perçues dans la grande majorité au profit du Trésor chérifien qui devait fournir les traitements du corps des secrétaires greffiers. Un texte sur l'Assistance judiciaire fut fourni.

Vu l'urgence, tous ces projets avaient dû souvent procéder par voie de référence à la partie de nos codes métropolitains qu'il paraissait possible de conserver, non sans espoir d'une modification ultérieure.

La Commission d'éminents jurisconsultes, créée au ministère des Affaires étrangères, a fait un accueil enviable aux projets de M. le Résident général Lyautey. Elle en a adopté tous les grands principes. Mais, mieux outillée, mieux pourvue d'éléments de comparaison, de discussion, disposant des plus récents travaux de la codification tunisienne, elle a eu la faculté de ne plus procéder par références et d'élaborer des textes plus complets, permettant aux juges de n'avoir plus à compenser deux législations différentes en vue d'en tirer les résultats. C'est ainsi qu'elle a développé le Code de procédure civile, rédigé d'après le texte tunisien un Code des obligations et contrats, établi un Code de commerce qui contient, entre autres innovations, le système du « Registre du Commerce », qu'elle a, enfin, accompli une réforme des plus heureuses en fournissant un texte sur l'immatriculation immobilière qui est un progrès certain sur le régime tunisien.

La Commission, d'après les projets, admit le

principe que les juridictions françaises créées ressortiraient à une Cour d'appel instituée à Rabat. Ces juridictions comprirent : deux tribunaux de première instance, l'un à Casablanca, l'autre à Oudjda. Elle institua seulement cinq tribunaux de paix (justices de paix à compétence étendue), à Rabat, Casablanca, Fez, Safi et Oudjda. Les quatre premières juridictions de paix ressortissent à Casablanca, la dernière à Oudjda. Nous apprenons la création imminente de tribunaux de paix à Mazagan, Mogador et Marrakech, revenant aux premiers projets de la Résidence générale.

Le système entier fut décrété le 12 août 1913, par le Sultan, avec l'assentiment du Gouvernement français, pour l'entrée en fonction de tous les nouveaux organismes avoir lieu le 15 octobre suivant.

La nouvelle organisation a créé une véritable décentralisation judiciaire. Si elle n'a pas admis le régime du juge unique, elle a donné aux tribunaux de paix, au civil, une compétence plus large encore qu'en Algérie et en Tunisie ; il est juge au civil, au commercial, en matière de référés (en ce dernier cas s'il ne réside pas au siège du tribunal de première instance).

Au répressif, le juge de paix est juge de simple police ; il est encore juge correctionnel pour les délits dont les pénalités n'excèdent pas deux années d'emprisonnement, à l'exception de l'abus de confiance et de la banqueroute simple. Les appels des décisions des tribunaux de paix, en toute matière, vont devant le tribunal civil. Près de chaque tribunal de paix, un officier du Ministère public (le Commissaire de police de la ville) a la plupart des attributions du Procureur-commissaire du Gouvernement au point de vue répressif; il exerce l'action publique directement en matière de simple police, soit directement, soit après information du juge de paix en matière correctionnelle.

La compétence des tribunaux de 1re instance au civil va, en dernier ressort, pour les actions personnelles et mobilières, jusqu'à 3.000 francs, sauf dans la matière administrative et de responsabilité de fonctionnaire, et, pour les actions immobilières, jusqu'à 120 francs de revenu.

Ces mêmes tribunaux jugent en matière civile, en matière commerciale, en matière administrative, assistés de six assesseurs-jurés ; ils sont chaque trimestre érigés en tribunaux criminels, faisant fonction de cours d'assises.

Et tout cela, par une procédure unitaire, aussi peu coûteuse que possible, où une requête introductive d'instance étant déposée au secrétariat du tribunal, par la seule partie qui peut ne recourir à aucune assistance coûteuse, l'affaire est instruite par un juge rapporteur, qui assure les communications à toute partie adverse, règle les mesures d'instruction, éclaire le tribunal sur les résultats de son examen; on en vient ainsi nécessairement à une décision de justice, dont nulle procédure dilatoire ne pourra retarder l'échéance fatale. Ce système laisse une large place à l'initiative de l'avocat; aussi le Code de procédure civile, qui assure la discipline du barreau, le protège-t-il d'une manière toute nouvelle contre la concurrence des agents d'affaires, et si ce même Code admet des mandataires, en exige-t-il de sérieuses garanties.

Toute cette organisation ne joue présentement que pour les Français et ressortissants français dont les capitulations sont supprimées par décret présidentiel du 7 septembre 1913. Pourront en bénéficier les nationaux et protégés des Puissances étrangères venant à renoncer à leurs capitulations, situation qui s'est produite en Tunisie et qui s'est généralisée en ce pays dans les quinze mois qui suivirent l'organisation judiciaire française de 1883.

Mais, dès à présent, des sujets marocains, non protégés des Puissances étrangères, peuvent être attirés devant les tribunaux français et certaines matières réservées au juge indigène peuvent venir devant les tribunaux français.

Ainsi, toutes les affaires civiles et commerciales dans lesquelles sont en cause des Français ou protégés français avec des sujets marocains non protégés étrangers, viennent devant la justice française.

En matière immobilière, matière de l'exclusive compétence du Cadi indigène, si la contestation se débat seulement entre Français ou protégés français, les juridictions françaises sont compétentes, mais, en ce cas, tribunal civil et cour d'appel s'adjoignent deux assesseurs indigènes.

Viennent devant la justice répressive française, en outre des infractions imputables aux Français ou protégés français, ou encore à nos sujets musulmans d'Algérie, les infractions suivantes commises dans le ressort de nos juridictions :

Crimes par des Marocains non protégés étrangers, commis au préjudice de Français, protégés français, Européens, ou protégés des Puissances européennes;

Crimes ou délits commis par des sujets marocains non protégés étrangers, lorsque des Français ou protégés français seront auteurs principaux, coauteurs ou complices;

Crimes, délits ou contraventions commis par des sujets marocains non protégés étrangers contre l'administration ou l'exécution de la justice française.

La question se pose de donner compétence à la justice française pour les délits et contraventions commis par des sujets marocains non protégés

étrangers au préjudice de Français, protégés français, Européens, protégés européens, grandes administrations publiques du Protectorat. Ce régime particulier fonctionne depuis 1902 en Tunisie, où il produit les meilleurs résultats.

Ajoutons à cet exposé que les plus grandes facilités d'action ont été données aux juridictions françaises, en vue de permettre au civil action rapide et sans frais élevés à distance, au répressif constatation immédiate des infractions par un nombre d'officiers de police judiciaire bien plus considérable que celui rentrant dans les prévisions du Code français d'instruction criminelle.

Depuis le 15 novembre 1913, cette organisation fonctionne sans heurts, sans conflits de compétence; en dépit des difficultés inhérentes à toute mise en mouvement d'une institution nouvelle, elle a déjà produit un travail dont les prochaines statistiques officielles donneront le saisissant tableau.

Par une prévision qu'on pouvait attendre de lui, le Résident général a créé le 18 novembre 1913 un Comité de législation chargé de coordonner tous les textes de législation interne du Protectorat dont la rédaction urgente est préparée par divers services. On évitera ainsi les discordances souvent relevées en Tunisie. Là encore un ardent concours de bonnes volontés agira pour le plus grand bien des intérêts généraux.

Le Comité de législation a tout récemment approuvé un projet de règlement provisoire de la justice civile indigène, contenant règlements sur les acquisitions immobilières, constitution d'archives, discipline et contrôle du personnel, tarif des actes judiciaires.

De son côté, le Secrétariat général chérifien, par des mesures aussi simples que sages et pratiques, mettait un terme au chaos judiciaire répressif créé par les juges marocains.

Un an aura suffi à M. le général Lyautey pour réaliser son projet, et pour parvenir à ces législations toujours tutélaires et jamais tracassières qu'il avait voulues. Il ne pouvait donner une plus belle leçon d'énergie française.

XXX.

LES CAPITAUX FRANÇAIS AU MAROC

A la différence de l'Algérie, dont d'injustes préventions ont, pendant longtemps, retardé le développement économique, le Maroc, comme autrefois la Tunisie, a eu, presque au début de son histoire, l'heureuse fortune de voir affluer vers lui les capitaux.

Quel est le rôle qu'ils ont joué et qu'ils continuent à jouer? C'est ce que nous nous proposons d'examiner ici brièvement.

Il ne sera toutefois question, dans les pages qui vont suivre, que des capitaux français, et parmi ceux-ci plus particulièrement des capitaux investis dans les sociétés anonymes.

Cela ne veut pas dire que les capitaux étrangers constituent, au Maroc, une quantité négligeable. Mais leur rôle politique a, pour ainsi dire, cessé, du jour où a été établi le Protectorat. Quant à leur rôle économique, il s'est nécessairement modelé sur celui des entreprises françaises. Il en est de même pour les capitaux privés, dont l'action est loin de pouvoir être comparée à l'effort soutenu et méthodique des sociétés anonymes. C'est par celles-ci, en définitive, que l'impulsion est donnée; ce sont elles qui forment véritablement l'ossature économique du pays. Nous ne prétendons, d'ailleurs, pas en donner ici une énumération complète. Nous voudrions seulement chercher, au moyen de quelques exemples significatifs, à en faire saisir les principales caractéristiques.

Les sociétés anonymes, qui ont pris pour champ d'action le Maroc, peuvent être réparties en quatre catégories :

1° Les Banques :
2° Les Sociétés d'entreprises;
3° Les Sociétés commerciales;
4° Les Sociétés immobilières et agricoles.

I. — Les Banques.

Il appartenait tout naturellement aux banques algériennes d'être les premières à introduire au Maroc une organisation bancaire moderne. De même Tanger, parmi les villes du Maroc, était celle qui était désignée pour cette expérience. Simultanément, les deux grandes Sociétés de crédit algériennes, le *Crédit foncier d'Algérie et de Tunisie* et la *Compagnie algérienne* s'y installèrent en 1904. Deux ans après, la Compagnie algérienne créait une agence à Casablanca. Pour voir se constituer un véritable réseau d'agences, il faudra néanmoins attendre jusqu'en 1910, date à laquelle la Compagnie algérienne s'installe, coup sur coup à Safi et à Mogador, tandis que le Crédit foncier d'Algérie et de Tunisie crée des agences à Casablanca, Safi, Oudjda et Fez, qui fut et resta longtemps la première agence de l'intérieur.

A partir de ce moment, les créations se succèdent plus régulièrement, au fur et à mesure des

progrès de l'influence française : en 1911, le Crédit foncier d'Algérie et de Tunisie s'installe à Mogador; en 1912, à Rabat; en 1913, à Mazagan et à Marrakech; la Compagnie algérienne crée des agences à Rabat, Larache et Mazagan.

Dans l'intervalle, l'organisation bancaire du Maroc s'était vue renforcée par la création de la *Banque d'État*, constituée à la fin de 1906, en exécution de l'Acte d'Algésiras; organe international, elle comptait dans son capital une part importante d'argent français.

Autour des trois grandes Sociétés de crédit sont venues se grouper, surtout à partir de 1911, un certain nombre de banques, parmi lesquelles il convient de signaler la *Banque commerciale du Maroc*, constituée sous les auspices de la Banque Transatlantique, et qui est actuellement au capital de 5 millions. Tout récemment, enfin, la *Société générale*, en rachetant les agences de la Deutsch Orient Bank, a pris pied dans l'Empire chérifien.

Le Maroc possède donc, à l'heure actuelle, une organisation bancaire assez complète. On est frappé toutefois, lorsqu'on examine le réseau d'agences constitué par ces différents établissements, de constater qu'à de très rares exceptions près les banques n'ont, pour ainsi dire, pas pénétré dans l'intérieur, et se bornent à tenir les ports. Cette situation en bordure de la vie économique a sa principale cause dans l'importance prépondérante prise par les grandes Sociétés de crédit. Celles-ci ne sont pas, en effet, des organismes d'avant-garde, et leur fonctionnement, même adapté aux usages du pays, nécessite toujours une certaine organisation économique capable d'offrir à leurs opérations un minimum de garanties. Quitte à limiter leurs bénéfices, elles doivent, avant tout, se préoccuper de chercher à limiter leurs risques. C'est ce qui explique que la présence des banques n'a pas supprimé, au Maroc, les anciens prêteurs d'argent, et que, d'une manière générale, certaines opérations de banque continuent et continueront longtemps à être traitées par la plupart des sociétés dont l'objet principal est souvent très différent.

Ce que celles-ci néanmoins ne pouvaient faire, et ce qu'ont fait les banques françaises, c'est d'implanter et de développer, par leurs opérations à plus large envergure, la notion moderne du crédit et de la mobilisation de l'argent. L'usage considérable du chèque, qui est aujourd'hui introduit dans la vie courante au Maroc, en est une preuve significative[1]. On est surpris de voir que cet usage est infiniment plus développé qu'en Algérie ou en Tunisie.

[1] Une des raisons qui ont contribué à développer l'usage du chèque au Maroc est la limitation imposée par les règlements postaux aux envois de fonds.

Comme dans tous les pays neufs, les opérations de banque au Maroc consistent surtout dans des ouvertures de crédit avec ou sans garantie. L'escompte y est encore relativement peu développé. Les banques ont également réalisé, avant même l'organisation du régime foncier, des prêts sur immeubles se rapprochant de nos opérations de prêts hypothécaires.

II. — Les Sociétés d'entreprises.

La Société d'entreprises peut être considérée, à l'heure actuelle, comme le type de la Société marocaine. Son objet multiple, vague et extensif, lui permet de tout faire, et, en pratique, elle fait tout : le commerce, la banque, les travaux publics, l'agriculture, etc... Ce que le Maroc est devenu et ce qu'il deviendra, c'est aux Sociétés d'entreprises qu'il le devra. Elles ont pris, pour ainsi dire, à charge la mise en valeur économique du pays.

Nous nous contenterons de signaler les principales Sociétés d'entreprises. Et d'abord la plus ancienne, la *Compagnie marocaine*.

La constitution de la Compagnie marocaine, en 1902, fut la conséquence d'une mission d'études, confiée, en 1899, à M. Gaston de Caqueray, aujourd'hui directeur général de la Société, par la maison Schneider et Cie. Le capital, fixé d'abord à 1.500.000 francs, devait être successivement porté à 3.500.000 francs en 1904, 6 millions en 1911, 10 millions en 1912.

Raconter l'histoire de la Compagnie marocaine serait presque raconter l'histoire du Maroc dans ces dix dernières années. Dès le début, on la trouve intimement mêlée à la vie du Makhzen, avec lequel elle passe des marchés pour les fournitures les plus diverses. C'est également elle qui négocia, avec le Makhzen, au lendemain de sa fondation, le premier emprunt français de 7 millions 1/2. Elle contribua, en même temps, à l'œuvre de pénétration française en achetant partout des terrains, en créant des entrepôts, en prenant, dans la plupart des entreprises nouvelles, des participations. C'est à elle que revient l'honneur d'avoir entrepris au Maroc les premiers travaux publics. On n'a pas oublié, enfin, que c'est à la suite du meurtre de ses ouvriers, employés à des travaux dans le port de Casablanca, qu'eut lieu, en 1907, l'occupation de la Chaouïa. Conjointement avec le Creusot, elle a été déclarée récemment adjudicataire de la construction du port de Casablanca.

La plupart des Sociétés d'entreprises, qui se sont constituées depuis au Maroc, ont pris plus ou moins comme modèle la Compagnie marocaine. Tout en conservant un objet étendu, elles tendent, néanmoins, de plus en plus, à se spécialiser. C'est ainsi

que la *Compagnie générale du Maroc* a surtout pour objet l'étude des affaires et la prise de participations dans des sociétés nouvelles, mais ne cherche pas, en général, à faire des opérations immobilières. Elle a été constituée en 1912 au capital de 10 millions, sous les auspices de la Banque de Paris et des Pays-Bas, avec le concours d'un consortium de grandes banques. C'est elle qui a été chargée par le Gouvernement français de constituer la Société française pour la construction et l'exploitation, dans notre zone, du chemin de fer de Tanger à Fez. Au contraire, la *Société générale d'entreprises*, constituée en 1913 par le même groupe financier, a plus spécialement pour objet l'exécution des travaux publics.

Citons encore, parmi les principales Sociétés d'entreprises, la *Compagnie du Maroc*, fondée en 1905, au capital de 2 millions ; la *Société méridionale d'Entreprises marocaines*, fondée en 1912 au capital de 1.500.000 francs ; la *Société franco-marocaine*, la *Société marocaine de Travaux publics*, etc... Cette dernière est une Société internationale constituée au capital de 2 millions de francs avec une grosse part d'argent français.

Jusqu'à présent nous n'avons parlé que des sociétés ayant pris plus spécialement pour champ d'action la zone française ou la région internationale de Tanger. Mais il existe également en zone espagnole d'importants capitaux français. Nous citerons notamment la *Compania del Norte africano*, constituée en 1907 au capital de 10 millions de pesetas, dont la presque totalité est représentée par de l'argent français. Elle a pour principal champ d'action la région de Melilla, où elle possède d'importantes mines de fer, déjà en exploitation, reliées au port par une ligne de chemin de fer, la première qui ait été construite au Maroc.

III. — Les Sociétés commerciales.

Le commerce est naturellement, au Maroc, une branche de l'activité économique où se trouvent investis le plus de capitaux. Ce sont il est vrai, en grande partie, des capitaux privés. Il existe néanmoins là aussi un certain nombre de sociétés. Mais celles-ci n'ont pas l'originalité ni la puissance financières des précédentes.

Il convient cependant d'accorder une mention spéciale à la *Société d'études et de commerce au Maroc*, qui existe depuis 1907 et est actuellement au capital de 1.250.000 francs. Son action hardie n'a pas peu contribué à l'œuvre de pénétration française. C'est ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, qu'au moment même de la démonstration du « Panther » dans l'été de 1911, en pleine crise franco-allemande, elle n'a pas hésité à installer des comptoirs au cœur du pays musulman, à Agadir et Taroudant.

Nous citerons également la Société *Paris-Maroc*, au capital de 2.250.000 francs ; constituée en 1912 par le même groupe qui exploite déjà les entreprises bien connues de Paris-France et des Nouvelles Galeries, elle a déjà réussi à prendre au Maroc une situation importante.

IV. — Les Sociétés foncières et agricoles.

De même que pour les Sociétés commerciales, les capitaux investis dans les entreprises foncières et agricoles sont en grande partie privés. Mais là aussi d'importantes sociétés contribuent à donner l'impulsion et préparent le morcellement qui seul permettra à la France de s'implanter véritablement au Maroc. Comme nous l'avons d'ailleurs indiqué, la plupart des sociétés d'entreprises peuvent être considérées également comme des sociétés immobilières.

L'emprise sur la terre a été au Maroc, comme dans tous les pays neufs, une des premières formes de l'emploi des capitaux et la plus fructueuse. C'est en même temps celle qui contribua le plus à l'œuvre de pénétration.

On doit toutefois se garder de confondre, comme on le fait souvent, la propriété du sol avec la colonisation proprement dite. La première est seulement un fait d'occupation, tandis que la seconde suppose déjà une mise en valeur du territoire occupé. Il est vrai que, dans la plupart des cas, l'occupation du sol et la colonisation se suivent de tellement près qu'il est presque impossible de les distinguer. Théoriquement, on peut cependant classer les opérations foncières en trois catégories :

1° Les opérations purement spéculatives, surtout développées dans les régions nouvellement occupées et dans les villes ;

2° Les opérations immobilières proprement dites (construction de maisons, lotissement de terrains, etc.) :

3° Les opérations d'exploitations agricoles.

Naturellement la plupart des sociétés foncières pratiquent simultanément ces trois opérations. On peut dire néanmoins que, sous leur impulsion méthodique, les opérations purement spéculatives (c'est-à-dire l'achat de terrains sans autre souci que de revendre après plus-value) tendent de plus en plus à être remplacées par les opérations de lotissement qui représentent déjà une certaine mise en valeur du sol. La plupart commencent en outre à exploiter de grands domaines agricoles, soit directement, soit au moyen du contrat d'association avec les indigènes.

Ce triple objet a été notamment celui de la *Société foncière marocaine*. Constituée en 1911 au

capital de 750.000 francs, elle a successivement porté celui-ci jusqu'au chiffre de 4 millions. Elle possède des terrains dans les principales villes du Maroc, notamment à Casablanca, où elle vient d'achever la construction de maisons et où elle poursuit l'exécution d'un plan de lotissement important. Elle exploite en outre en Chaouïa de grands domaines dont le revenu, au cours de la dernière année, a représenté une grande part de ses bénéfices.

D'autres sociétés sont plus spécialement immobilières, telle la *Société immobilière du Maroc*, constituée en 1905 sous les auspices de la Banque de Paris et des Pays-Bas, au capital de 2 millions. Par contre, la *Société Rharb et Khlot* et la *Chaouïa*, dont le capital est respectivement de 600.000 francs et de 2 millions, peuvent être rangées dans les sociétés plus particulièrement agricoles.

Nous ne pouvons pas ne pas dire un mot, en terminant, à propos des sociétés foncières, de la fameuse question du régime immobilier. On sait que, jusqu'à ces derniers temps, l'anarchie la plus complète a régné à ce sujet. Elle n'a pas cependant empêché les acquisitions et même la spéculation. On peut même dire qu'en raison des risques résultant de l'instabilité de la propriété, cette dernière a été favorisée. Un récent « dahir » (décret) chérifien vient enfin de mettre un peu d'ordre dans ce domaine en instituant au Maroc un régime analogue à celui de la Tunisie, c'est-à-dire un régime dont la base est constituée essentiellement par le principe de l'immatriculation. Il faudra sans doute plusieurs années avant que son application soit devenue générale, mais il n'est pas douteux que celle-ci facilitera grandement l'œuvre de morcellement, grâce aux sécurités qu'elle offrira aux petits colons.

V. — Conclusions.

De ce bref exposé, dans lequel, encore une fois, nous avons surtout cherché par des exemples à montrer quels étaient les principaux types de sociétés sans essayer de donner une énumération qui serait nécessairement incomplète, — le nombre des sociétés marocaines dépassant actuellement deux cents et de nouvelles se créant tous les jours, — il convient maintenant de dégager les idées générales.

On aura sans doute été frappé de voir combien peu différenciées encore les unes des autres sont les sociétés marocaines. C'est la conséquence nécessaire du caractère de pays neuf que possède encore le Maroc. Une société, pour y faire des affaires, doit les faire toutes. Ce n'est que plus tard qu'elle arrivera à se spécialiser dans une branche déterminée. L'exemple de l'Algérie et de la Tunisie nous permet d'ailleurs déjà d'entrevoir ce que sera cette spécialisation.

C'est ainsi notamment qu'il n'existe pas encore de sociétés d'exploitation de mines au Maroc. La raison assez simple est que les travaux de prospection n'ont pu jusqu'à présent, par suite de l'insécurité, être que superficiels, et qu'il n'existe en outre pas encore de régime minier. La plupart des sociétés d'entreprises se sont néanmoins préoccupées de s'assurer la propriété de quelques gisements. On a vu que le Norte Africano avait même déjà commencé l'exploitation des siens. Mais, pour le reste du Maroc, tout est encore dans la période d'études. On ne saurait cependant passer sous silence l'*Union des mines marocaines*. Constituée en 1907 sous la forme d'une société internationale, mais qui comprend une part importante de capitaux français, elle n'a pu jusqu'à présent, pour les raisons que nous indiquions plus haut, réaliser complètement son objet. Les appuis financiers et techniques qu'elle possède dans tous les pays permettent néanmoins d'espérer pour l'avenir des résultats intéressants.

A côté des sociétés minières, il est probable qu'on verra bientôt se développer des sociétés spéciales pour les travaux d'irrigation, d'électricité et transport de force, surtout pour la construction de tramways et chemins de fer, etc... Le germe d'un grand nombre de ces sociétés futures existe d'ailleurs déjà dans plusieurs associations en participation ou syndicats d'études et dans les sociétés d'entreprises qui, à ce point de vue, jouent en quelque sorte le rôle de cellule-mère.

On a pu constater également que, malgré le développement commercial du Maroc au cours de ces dernières années et l'afflux des émigrants, il ne s'est pas encore constitué de grandes compagnies de navigation. Il est vrai de dire que l'état encore rudimentaire des ports rendrait l'entreprise hasardeuse. Aussi, jusqu'à présent, les services maritimes sont-ils assurés par des sociétés déjà existantes, qui se sont bornées, telle la Transatlantique, à étendre aux côtes marocaines leur champ d'action. Avant elle, il serait toutefois injuste de ne pas mentionner la *Compagnie Paquet*, qui est certainement l'une des entreprises françaises ayant le plus fait pour le développement du Maroc. Dès 1862, c'est-à-dire bien avant que la France songeât à s'installer au Maroc, elle créait des services réguliers pour l'Empire chérifien.

Il est, en terminant, deux questions dont il convient de dire un mot, à savoir : l'origine des capitaux français investis dans les entreprises marocaines, et leur rendement.

Les capitaux français qu'on rencontre au Maroc proviennent généralement d'un certain nombre de

centres, qui se sont constitué quelquefois de véritables spécialités. Naturellement Paris est le plus important. On peut citer ensuite Lyon et le département du Rhône, qui ont surtout donné naissance à des sociétés foncières et agricoles, tandis que de Marseille et Bordeaux les capitaux se dirigeaient tout naturellement de préférence vers les entreprises d'importation et d'exportation. La région du Nord avec Lille, le Midi avec Cette, constituent également des centres d'action importants. Il existe enfin quelques capitaux algériens, surtout dans la région des confins algéro-marocains et à Tanger.

En ce qui concerne le rendement de ces capitaux, on se rend facilement compte qu'il ne saurait encore être très élevé, ni surtout général. La mise en train d'entreprises dans les pays neufs comme le Maroc ne peut être immédiate. Beaucoup de sociétés d'ailleurs, même parmi les plus puissantes, n'ont pas encore deux années complètes d'existence. Les plus vieilles ont généralement entre cinq à six ans d'âge. Un certain nombre de sociétés néanmoins ont déjà commencé à distribuer des dividendes.

C'est ainsi que la Compagnie marocaine, par exemple, a distribué à ses actionnaires pour l'exercice écoulé un dividende de 5 °/₀, la Société financière marocaine de 6 1/2 °/₀, la Société d'Études et de Commerce au Maroc de 10 °/₀. Ce sont là, il est vrai, pour le moment des cas encore un peu exceptionnels. On voit néanmoins par ces exemples que le Maroc est susceptible de rémunérer des capitaux qui lui font confiance.

René Girard,
Secrétaire de la Direction
du Crédit Foncier d'Algérie et de Tunisie

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE AU MAROC

Le Maroc est un « pays neuf »; il s'offre donc à toutes les investigations dans le domaine des sciences physiques et sociologiques.

Sans doute, après des siècles d'une obscurité profonde il nous a révélé, du jour où l'exploration est entrée dans la voie scientifique, quelques-uns de ses secrets. Et l'on sait de quelle façon active la France a, dans ces vingt dernières années, contribué à la connaissance du Nord-Ouest africain.

Mais l'ère des explorations est close. Il s'agit, maintenant que notre protectorat s'étend sur la plus grande partie de l'Empire chérifien, de pénétrer les moindres mystères du Maghreb demeuré si longtemps fermé à la civilisation européenne.

Le but de cet article est de faire ressortir l'intérêt des recherches au Maroc, non seulement en ce qu'elles peuvent servir la science en général, mais surtout chaque fois qu'elles sont susceptibles d'applications immédiatement profitables à l'essor économique de ce pays musulman devenu français.

La recherche géologique, dans un pays peu connu, est la première qui s'impose, autant par les conclusions scientifiques qui peuvent s'en dégager que par les multiples applications que l'on peut en tirer.

A la connaissance du sous-sol et de sa structure est liée la solution de maints problèmes techniques d'un intérêt primordial et immédiat pour la mise en valeur des richesses naturelles du pays.

Que l'on se place à un point de vue théorique ou pratique, le Maroc offre, plus que toute autre contrée, un champ très vaste à l'activité du géologue. Il y a quelques années encore, il laissait, à ce point de vue, une tache presque blanche sur la carte du Bassin méditerranéen, qui constitue pourtant l'une des régions les mieux connues du monde entier.

Si les efforts de la science française n'ont pu résoudre toutes les questions géologiques marocaines les plus capitales, ils ont du moins permis de poser la plupart des problèmes dont le monde savant attend, avec une certaine impatience, la solution définitive. Quelle est la situation du Maghreb dans l'architecture du bassin méditerranéen? Quelles sont ses relations orographiques et tectoniques avec l'Algérie d'une part, avec le continent ibérique de l'autre? On peut entrevoir, dès à présent, tout ce qu'il est permis d'attendre d'une étude géologique détaillée dans la solution de ces intéressantes questions.

Le Maroc doit être considéré comme formé de deux parties distinctes : l'une située au sud d'une ligne passant par Taza et Fez, a toujours fait partie intégrale du continent africain ; l'autre, formée par la chaîne du Rif, était, à une époque relativement récente, reliée à la presqu'île ibérique. Elle était alors séparée du bloc continental par un bras de mer qui reliait la Méditerranée néogène à l'océan Atlantique.

Avant cet épisode du « détroit Sud-Rifain », une immense chaîne, dont la formation remonte à la fin de l'époque carbonifère, traversait le Maghreb du nord au sud. Commençant vers la Mauritanie, elle se poursuivait d'abord avec une direction N. N. E., à travers le Maroc occidental, puis bifurquait en deux rameaux dont l'un, dirigé vers le N. W., recouvrait le Nord du Maghreb et s'étendait

sur le continent espagnol, dans la Meseta ibérique; tandis que l'autre, dirigé vers le N.E., occupait l'emplacement actuel du Moyen Atlas.

Ces « Altaïdes africaines », avec leurs sommets élevés, ont subi le sort de toutes les grandes chaînes dans le passé des temps géologiques. Sous l'action érosive des eaux continentales, elles ont été démantelées, ne formant plus qu'un plateau surbaissé, une pénéplaine dont les traces subsistent, notamment dans la Meseta marocaine et dans le Plateau saharien. Puis la transgression des mers secondaires ouvrait un nouveau cycle géologique, noyant alternativement, sous les eaux jurassiques ou crétacées, les divers compartiments de la pénéplaine, disloquée par d'importantes fractures.

Les mêmes phénomènes se poursuivaient durant les temps tertiaires et, à une certaine époque de cette ère, de grandes chaînes se formaient, édifiant tout le système de l'Atlas, séparé de la chaîne contemporaine du Rif par la dépression marine du détroit Sud-Rifain.

On peut se faire une idée de la multitude des questions que soulève l'histoire de ces grands épisodes de la genèse du relief marocain. Les études stratigraphiques d'abord, tectoniques et volcaniques ensuite, offriront des sujets d'une importance capitale au point de vue de l'évolution de l'écorce terrestre.

L'étude des relations de ces chaînes avec celles des régions avoisinantes n'aura pas moins d'intérêt. La continuité du Haut-Atlas avec la chaîne saharienne, par le massif des Ksour; les analogies apparentes du Moyen-Atlas et du Tell algérien, séparés par ennoyage sous le détroit Sud-Rifain; la continuité tectonique et orographique du Rif et de la Cordillère bétique, à travers le détroit de Gibraltar, soulèvent des problèmes aussi importants que ceux de la liaison du Haut Atlas avec le Moyen-Atlas et l'Anti-Atlas.

D'autre part, l'effondrement de l'Atlas marocain sous l'Atlantique, son relèvement dans le groupe insulaire des Canaries et sa réapparition dans les Antilles réveillent la grande question de l' « Atlantide géologique », que l'on peut rapprocher, avec infiniment de réserve, de l'Atlantide de Platon, si toutefois l'histoire de l'Atlantide et des Atlantes n'est pas une légende.

Enfin, nul problème n'intéresse l'histoire de la Méditerranée à un plus haut degré que celle des communications successives de la grande mer intérieure avec l'Océan atlantique.

Les études stratigraphiques et paléontologiques ayant démontré que ces deux mers ont été en relation constante durant la période néogène, il a été établi que le mélange de leurs eaux se faisait, durant la première moitié de l'époque miocène, par une dépression comprise entre le bord méridional de la Meseta ibérique et la Cordillère bétique, à l'emplacement actuel de la vallée du Guadalquivir. C'est ce que l'illustre maître Edouard Suess a appelé le détroit Nord-bétique. Or, l'ouverture du détroit de Gibraltar ne peut pas remonter au delà de l'époque pliocène. Il en résulte que, durant la deuxième moitié de l'époque miocène, la communication se trouvait reportée ailleurs. Elle existait, en effet, sur le continent marocain entre la vallée de la Moulouya et le R'arb, offrant son minimum de rétrécissement à la « Trouée de Taza ». Ce trait remarquable de l'histoire géologique du Maroc mérite d'être précisé, car il a une répercussion profonde sur la genèse du sous-sol et sur l'orographie du pays.

La géomorphogénie offre encore maints sujets d'études : les empreintes tectoniques qui ont laissé partout des traces profondes dans les grandes lignes du relief marocain, l'influence des mouvements épirogéniques et des grandes fractures du relief méritent d'être étudiées avec soin. Il sera ensuite possible de suivre dans ses moindres détails l'évolution du réseau hydrographique et du modelé du sol, ce qui constituera le terme final de l'étude géologique.

L'intérêt pratique de ces recherches ne saurait échapper.

On sait tous les services que peut rendre aux Travaux publics une carte géologique bien faite. Elle est d'un secours précieux dans le choix des matériaux de construction, elle permet des tracés de routes ou de voies ferrées plus judicieux, puisqu'elle éclaire l'ingénieur sur la résistance et la stabilité du sous-sol. Aussi, après les levées topographiques, la cartographie géologique est-elle la plus indispensable, les grandes voies de communication devant être tracées rapidement pour la mise en valeur du pays.

Deux exemples entre plusieurs autres permettront de s'en rendre compte.

Les premiers travaux du port de Casablanca, commencés il y a sept ans, ont naturellement amené l'entrepreneur à utiliser la seule pierre à sa portée, c'est-à-dire un grès calcarifère poreux d'âge pliocène. Or, cette roche, très légère sous l'eau, a, de plus, le grave inconvénient d'être en partie soluble, à cause de la forte proportion de calcite qu'elle renferme. L'étude géologique des environs de Casablanca a permis de mettre à nu, sous une faible épaisseur de terre végétale, à 4 kilomètres des travaux, un gros banc d'un quartzite silurien qui joint à une densité assez élevée la propriété d'être parfaitement compact et insoluble dans l'eau.

Dans le R'arb le sol est formé, sur de vastes

étendues, par l'affleurement des argiles helvétiennes. L'empierrement des routes qui seront tracées dans ces régions remarquablement fertiles soulèvera de graves difficultés. Mais il y a lieu d'espérer qu'une étude géologique assez détaillée permettra de découvrir, de loin en loin, quelques buttes-témoin des poudingues tertiaires, à galets très durs, qui surmontaient jadis les argiles miocènes et ont été en grande partie démantelés.

La délimitation des niveaux phosphatés et des gisements de gypse, la recherche des pétroles, sont inséparables de levés géologiques soigneusement faits. Déjà, la présence du phosphate a été signalée vers le Tâdla et une première exploration géologique nous a permis de constater que l'on se trouvait, de ce côté, en présence de l'horizon éocène si riche de la Tunisie et de la province de Constantine. Bien que les gisements marocains n'aient pas encore révélé de teneurs assez élevées pour être exploitables, on se rend compte de l'aide efficace que pourrait apporter une étude géologique attentive à la prospection de ces richesses naturelles.

De même, l'étude stratigraphique et tectonique des terrains miocènes pourra guider avec fruit le sondeur dans la recherche des poches pétrolifères.

La découverte des gisements de gypses aura également son importance, les entrepreneurs devant actuellement faire venir à grands frais le plâtre d'Europe. Il est possible que certains niveaux néogènes renferment des bancs exploitables de ce sulfate calcique, mais il est plus probable que les couches rouges du Permo-Trias, qui affleurent sur de grandes étendues au Maroc, offriront en maints endroits des bancs exploitables de ce minéral utile. Ici encore, le prospecteur sera utilement guidé par la carte géologique.

Enfin, la délimitation des zones minéralisées sera facilitée par le géologue, mais l'aléa est infiniment plus grand que dans le cas des gîtes minéraux dont nous venons de parler, la présence des filons métallifères n'étant pas étroitement liée à des horizons stratigraphiques comme les phosphates, les pétroles ou les gypses. On peut même être surpris de voir que des prospections assez minutieuses, faites dans la Meseta marocaine, n'aient pas donné les résultats qu'on pouvait en attendre en comparant cette pénéplaine primaire à celle de la Meseta ibérique, si réputée par ses riches gisements d'Almaden et du Rio Tinto. Or, l'analogie de structure de ces deux pays est telle que nous avons adopté le nom de Meseta marocaine pour désigner la partie du Maroc occidental qui est, géologiquement, si étroitement comparable au Plateau central espagnol.

Il n'en est pas moins vrai que la délimitation sur la carte des divers horizons stratigraphiques pourra aider dans une certaine mesure les prospections minières dans l'avenir.

De toutes les applications de la géologie, celle qui aura la plus grande portée dans un pays comme le Maroc est relatif à l'hydrologie.

On sait que notre nouveau pays de protectorat se distingue, au point de vue physique, de nos deux autres possessions de l'Afrique du Nord, par un réseau hydrographique très important, alimenté en partie par la fonte des neiges des hautes cimes de l'Atlas. Les questions d'irrigation se poseront donc fatalement, surtout dans le R'arb, dans la Meseta marocaine, le Haouz de Marrakech, le Sous, etc. Aussi le problème de l'utilisation des eaux fluviales au profit de l'agriculture, dans l'une ou l'autre de ces régions, exigera-t-il un jour ou l'autre une étude détaillée du sous-sol au point de vue de sa porosité ou de son imperméabilité.

La recherche des nappes souterraines aura aussi une grande importance, puisque certaines régions peu arrosées pourront être parfois enrichies par l'utilisation des eaux d'infiltration, surtout dans le cas où ces eaux sont réunies en une nappe artésienne. L'existence de nappes souterraines de cette nature sera révélée par une étude stratigraphique et tectonique portant sur d'assez vastes surfaces, dans les régions plissées; et on peut déjà entrevoir la possibilité de forages artésiens aux abords des grandes chaînes, du Haut Atlas par exemple.

Les résultats retentissants des travaux de ce genre exécutés dans le Sud-Algérien et le Sud-Tunisien sont très encourageants. On se fait facilement idée de la richesse qui serait apportée dans les régions désertiques qui avoisinent l'Atlas marocain, en particulier sur son versant saharien, si l'on pouvait y faire de l'irrigation, grâce à des sondages de nappes profondes susceptibles de s'épancher par ascension hydrostatique. Or il ne nous semble pas douteux que de telles entreprises soient, en certains points, couronnées de succès. L'étude de la structure du sous-sol sera d'ailleurs utile, même dans les régions inaptes à ce genre de gisements hydrologiques, afin de pouvoir, en toute connaissance de cause, déconseiller les forages voués à un échec certain.

C'est ainsi que la Direction des Travaux publics a le devoir de décourager toute tentative de ce genre dans la région de Rabat. Nous savons maintenant, en effet, que la Meseta marocaine est principalement formée de couches non plissées presque horizontales et qui ne peuvent par conséquent recéler de nappes artésiennes.

Mais, de toutes les questions hydrologiques qui doivent attirer l'attention du géologue, celles relatives à l'alimentation en eau potable des ville est

des centres de colonisation sont les plus capitales. Elles ont même parfois un caractère d'urgence qui en augmente l'importance, par exemple en ce qui concerne l'alimentation des villes de Casablanca et de Rabat.

Dans ce cas spécial, le problème de l'eau est souvent très complexe et difficile à résoudre ; il entraîne des études géologiques parfois délicates.

Le simple captage d'une source exige déjà une étude scientifique préalable qui doit fixer sur les conditions d'émergence de la nappe souterraine qui lui donne naissance, sans quoi le technicien s'expose à ne capter qu'une partie, parfois même relativement faible, des eaux de la source.

Ce côté de la question n'est donc pas dépourvu d'intérêt, mais un autre a plus d'importance encore puisqu'il intéresse au plus haut degré l'hygiène publique. Il s'agit de la pollution possible des eaux que l'on destine à l'alimentation d'une agglomération.

Il est indispensable de ne prendre que des eaux en parfait état d'innocuité bactériologique, et l'origine des microbes nocifs, que l'analyse est susceptible d'y déceler, ne peut être reconnue que par la détermination des conditions d'émergence et du trajet souterrain de la nappe qu'il s'agit de capter. L'étude géologique permet en outre, le plus souvent, de découvrir les points de contamination du niveau aquifère et d'en préconiser la disparition par l'établissement d'un périmètre de protection. D'ailleurs, les recherches scientifiques qui doivent précéder un captage d'eau par les services publics ont été jugées si indispensables qu'elles sont aujourd'hui imposées aux communes de France par une loi qui remonte à quelque quinze ans. Cette loi devra être à plus forte raison appliquée au Maroc, où les agglomérations sont le plus souvent dans de déplorables conditions d'hygiène.

On entend par *sol naturel* la partie superficielle des roches plus ou moins altérée sous l'influence simultanée de l'eau, de l'air et des différents organismes morts ou vivants. Cette définition du professeur russe Dokoutchaïew indique toute l'importance de l'étude du sous-sol dans les régions particulièrement favorables à la culture.

La désagrégation qui s'est opérée sur les roches en affleurement, le déplacement à distance variable de leurs éléments dissociés ou décomposés, ont donné lieu à la formation d'une nouvelle roche dont l'étude, envisagée à ce point de vue exclusif, est du domaine de la pétrographie.

Les progrès récents de l'agronomie moderne ont conduit, surtout en Russie, les spécialistes à créer une nouvelle branche des connaissances humaines, l'Agrogéologie, qui emprunte à la science de la terre ses lois et ses méthodes.

Au contraire, l'étude des organismes qui jouent un rôle plus ou moins grand, mais presque constant, dans la formation des sols naturels, a recours aux lumières de la Biologie et de la Chimie biologique.

Les origines des sols et de leur vie sont multiples ; de leurs diverses associations résultent des sols naturels déterminés.

Mais on peut dire qu'un sol est surtout fonction de la nature de la roche-mère, des organismes ou de leurs transformations ultérieures, enfin des conditions physiques du pays, qui comprennent d'abord le climat, ensuite le relief.

Il est indiscutable que le facteur climatique est prépondérant dans la fertilité d'une contrée et nous verrons tout à l'heure que le Maroc offre, dans sa partie occidentale, un bel exemple de cette vérité agrologique.

Mais sous un climat favorable l'agronome peut considérablement modifier, par les engrais et les amendements, un sol naturel assez pauvre et en faire un sol artificiel riche.

Encore à ce point de vue l'étude agrogéologique s'impose, car elle permettra de donner à coup sûr au sol naturel les éléments minéralogiques dont il a besoin pour entretenir ou parfaire sa richesse.

D'ailleurs il n'est pas indispensable, dans un pays aussi neuf que le Maroc, de recourir immédiatement à la préparation des sols artificiels, étant données les grandes ressources que présentent les sols naturels dans notre jeune Protectorat. Près du tiers de sa superficie totale offre des terres susceptibles d'être cultivées et, parmi elles, certaines ont une richesse incomparable qui a valu au Maghreb sa grande réputation de fertilité.

Les sols naturels y sont très variés. Indépendamment des nappes alluvionnaires des grandes plaines, surtout fertiles dans le R'arb, on y rencontre des sols marécageux, assez peu étendus il est vrai ; puis toute une série de sols sableux que les indigènes désignent sous le nom de *sahel*, sans doute à cause de leur extension dans la région du littoral atlantique.

Ailleurs, des arènes granitiques avec de riches pâturages rappellent fidèlement les sols des régions similaires comme le Morvan. Mais ce qui domine dans le Maroc occidental, ce sont les terres noires (*tîrs*) et les terres rouges (*hamri*). Le mode de formation de ces deux sols, comparables au point de vue de leur genèse, résulte de la collaboration de deux phénomènes naturels : d'une part, la décalcification de roches calcaires gréseuses ou marneuses ; d'autre part, l'accumulation des produits de décomposition des débris d'une végétation herbacée annuelle, croissant sous un climat littoral assez chaud et humide.

Les *tîrs* constituent des terres fortes, humifères,

tandis que les *hamri* sont sableux, également riches en matières azotées d'origine végétale. Ces sols naturels remarquables sont, de plus, enrichis par le phosphate de chaux et les feldspaths alcalins provenant de la roche mère sous-jacente qui a été ainsi débarrassée, par la dissolution sous l'influence des eaux pluviales chargées d'acide carbonique, de son ciment calcaire.

Et c'est grâce à l'absence parfois complète de ce carbonate de chaux que la matière humique a pu se conserver et donner à ces terres une richesse en azote qui contribue puissamment à leur fertilité.

On conçoit comment, sous un climat spécial, la genèse des *tirs* et des *hamri* est liée à celle du sous-sol. Les calcaires gréseux pliocènes de la zone littorale, les calcaires gréseux et marneux crétacés de l'hinterland, dans la Meseta marocaine, se sont particulièrement prêtés à leur formation. Leur fréquence et leur épaisseur sont fonction de la nature des affleurements et du modelé du relief. Mais ces terres, qui se forment encore actuellement, peuvent être enlevées par le ruissellement superficiel sur les pentes, de sorte qu'il faudra tenir compte à la fois, dans leur utilisation, des conditions géologiques et géomorphogéniques de la région.

Les phénomènes naturels qui président à la formation des *tirs* ou des *hamri* sont tellement nets qu'il est facile de prévoir leur zone d'extension par suite de la continuité de certains horizons stratigraphiques et géologiques. C'est ainsi que les calcaires gréseux pliocènes font prévoir, dans la zone littorale comprise entre Rabat et Mogador, la fréquence de ces terres fertiles.

La pacification récente du pays des Zaër et des Zemmour a permis de vérifier ce que nous avions annoncé à ce sujet dès l'année 1908.

Le seul fait de la formation des *tirs* et des *hamri* dans la zone littorale du Maroc occidental suffirait à justifier l'importance des recherches atmosphériques dans notre nouveau protectorat s'il n'était reconnu depuis longtemps que les données climatologiques sont d'un intérêt capital dans un pays agricole. Aussi ne saurait-on assez multiplier les stations météorologiques, à la condition toutefois d'avoir sous la main des observateurs très consciencieux. Ces stations, reliées à un poste unique, permettraient, par des échanges avec le Bureau central de Paris, des prévisions du temps. Elles donneraient, en outre, au bout de quelques années, le moyen de définir les climats du Maroc auxquels seront subordonnés les différents genres de culture. Nous pouvons déjà nous faire une idée de certains d'entre eux, grâce aux observations méritoires de quelques hommes dévoués comme le Dr Guichard, médecin du Gouvernement français, à qui nous devons de précieux renseignements sur Mazagan et Marrakech.

C'est ainsi que l'on peut déjà distinguer deux types de climats. L'un, auquel est dû la formation des *tirs* et que l'on pourrait, pour cette raison, appeler le « climat des tirs », règne dans la zone littorale atlantique.

Dans cette région du Maroc, la fraîcheur de l'atmosphère, malgré un état hygrométrique assez élevé, n'est pas en rapport avec la latitude relativement faible. Mais cette anomalie n'est qu'apparente; et l'on doit l'expliquer par la température assez basse des eaux de l'océan le long des côtes. C'est à ce climat de steppe qu'est due la formation des *tirs* et des *hamri* dans un pays qui offre un aspect désolé en été, et se couvre de riches moissons ou de pâturages durant la plus grande partie de l'année.

Plus au sud, la région de Mogador jouit d'un climat moins humide, mais remarquablement doux et constant, avec une température moyenne de 19°, oscillant, à de rares exceptions près, de 16° en hiver à 22° en été. C'est un climat canarien qui a pour effet de protéger le développement d'une végétation forestière spéciale, accompagnée d'une flore d'euphorbes, à caractères subtropicaux. Nous pourrions l'appeler « le climat de l'arganier ».

Les observations pluviométriques, si importantes dans les zones agricoles, ne sont pas moins intéressantes dans les régions montagneuses. Il serait utile, en effet, d'avoir une idée approximative de la quantité d'eau solide ou liquide reçue par l'Atlas, puisqu'il y aura lieu plus tard d'utiliser cette eau pour l'agriculture dans les plaines environnantes.

Une aire de hautes pressions se déplace en été vers le nord du Maroc, tandis qu'il se forme, à ce moment, une aire de dépressions au sud de l'Atlas, dans les régions sahariennes. L'hiver, il règne sur tout l'Atlas et sur la Meseta marocaine de fortes pressions qui s'abaissent durant l'été, et même à partir de la fin de mars. Enfin, les rares indications connues montrent qu'il y a, en outre, ascension barométrique vers l'intérieur. Les vents correspondent à ces variations atmosphériques ; un temps calme est rare sur la côte, comme d'ailleurs sur tout le littoral atlantique.

Les stations météorologiques permettraient donc des prévisions très utiles. Si l'on songe, de plus, que la pression atmosphérique et les courants aériens sont, au Maroc, en rapport avec les fluctuations de l'aire de maximum barométrique de l'Est-Atlantique, on se rend compte des précieux services que rendraient à la navigation des données météorologiques fournies tous les jours par l'Ob-

servatoire des Açores. On pourrait ainsi prévoir les raz de marées si néfastes sur la côte marocaine.

La richesse de la flore marocaine résulte de la variété des climats, d'une orographie importante et de la multiplicité des formations géologiques.

Nous savons tout l'intérêt de la végétation forestière du Protectorat. Les revenus de la forêt apporteront un jour un appoint très sensible dans les recettes de notre nouvelle colonie. En dehors de la mise en valeur de cette végétation productive, la flore herbacée spontanée offrira au botaniste un grand intérêt, non seulement par les particularités spécifiques qu'il pourra rencontrer, mais surtout par l'étude des flores de passage des différents climats. C'est ainsi qu'il sera intéressant de suivre sur la végétation spontanée toute la gradation du climat des *tirs* à celui des régions steppiennes plus sèches de l'hinterland. De même, les plantes de l'Atlas joindront l'intérêt d'une flore de montagne à celui d'une flore de transition entre le bassin méditerranéen et la région désertique. Il sera non moins important de déterminer les caractéristiques de la flore spéciale du climat de l'arganier et ses relations avec celles des régions environnantes, notamment avec la flore du Sahara occidental.

Comme on le voit, les questions de géographie botanique offriront le plus grand intérêt au Maroc,

La connaissance de la flore spontanée pourra être utile à l'agronome au point de vue des espèces à acclimater dans les régions fertiles. Elle sera surtout précieuse au forestier lorsqu'il s'agira pour lui de fixer une dune en progression. Or, les dunes littorales sont fréquentes au Maroc; on peut dire qu'elles bordent plus des deux tiers de la côte atlantique, et qu'elles s'enfoncent parfois à plusieurs kilomètres du rivage. Il faudra songer, dans un avenir rapproché, à fixer ces étendues de sable, aujourd'hui inutilisables, et à rendre à l'agriculture ces terrains qui sont actuellement des biens makhzen, c'est-à-dire la propriété du Protectorat.

En certains points même, il y aurait urgence à s'occuper de travaux de ce genre. Tel est le cas de la grande dune de Mogador, qui encercle complètement la ville du côté du continent. Il y aurait lieu de la fixer le plus rapidement possible, pour permettre le tracé des routes qui mettront Mogador en communication avec Safi, Marrakech et Agadir.

Il sera très utile pour ce travail de connaître la flore spontanée, car il n'est pas douteux que certaines petites graminées, des cypéracées et différentes plantes herbacées puissent être utilement transplantées sur la dune en progression. Ces plantes aideraient ainsi la fixation du sable, dont la marche serait définitivement arrêtée par le reboisement, soit avec l'arganier, soit avec quelques conifères, le pin des Canaries par exemple.

Parmi les études zoologiques, l'inventaire de la faune ornithologique présentera un certain intérêt. Cette faune paraît assez riche avec ses types comestibles qui comprennent la grande outarde, la pintade, le coq de bruyère, etc. Mais il y aura lieu de porter toute son attention sur les oiseaux migrateurs. Les daya, les merdja, les sebkha ne sont pas rares au Maroc et reçoivent, chaque année, la visite d'oiseaux venus de loin.

La faune entomologique sera vraisemblablement curieuse pour les mêmes raisons que la flore spontanée. Les coléoptères de montagne, notamment, doivent être récoltés avec soin dans les régions élevées de l'Atlas, et il n'est pas douteux que les insectes, attirés au printemps par les immenses champs de fleurs du Maroc occidental, n'offrent de nombreuses et intéressantes particularités.

La faune ichtyologique et celle des crustacés d'eau douce doivent également être étudiées avec soin, car elles peuvent avoir une importance pratique. C'est ainsi qu'il serait utile de fixer les conditions de migration dans les fleuves de l'alose, qui a un intérêt économique sensible dans le Maroc occidental (oued Bou Regreg, Oum er Rebëa, oued Tensift). On connaît, dès maintenant, la truite de rivière dans la région montagneuse des Beni Mguild, et tout fait présumer que ce précieux poisson se retrouvera ailleurs, dans les eaux claires et froides de l'Atlas.

Mais ces recherches faunistiques offriront leur maximum d'intérêt dans les études de zoologie marine. Le Maroc français, avec sa grande étendue de côtes atlantiques, attirera certainement, à ce point de vue, l'attention du chercheur; et tôt ou tard seront soulevées des questions de science appliquée de la plus haute importance.

Concurremment, pourraient se faire des recherches océanographiques qui conduiraient, dans cette partie du littoral atlantique, à des données intéressantes, notamment sur la salinité et sur la température des eaux, sur la lithologie des fonds marins.

En ce qui concerne la température des eaux, il serait très utile de délimiter la zone littorale. On sait que les eaux de la mer sont, sur les côtes, de 4 à 5° plus froides qu'à une vingtaine de milles au large, aussi bien en Espagne et en Portugal qu'au Maroc.

L'eau est comme « aspirée » à la surface, où elle crée une couche superficielle à température plus basse. Ce phénomène marin a une répercussion marquée sur l'atmosphère et il permet d'expliquer la fraîcheur relative qui règne en été dans la zone littorale de la Meseta marocaine.

Les études ethniques doivent avoir au Maroc une place de premier plan. Il importe de déterminer scientifiquement la nature des éléments constitutifs autochtones et des apports berbères, arabes, juifs ou négroïdes.

L'anthropologie anatomique seule permettra de jeter quelque lumière sur le complexe ethnographique des populations marocaines. S'aidant des données de l'histoire, les complétant parfois, elle devra aussi faire appel à la collaboration de la géographie physique. En effet, les superpositions sont souvent demeurées marginales par suite des barrières naturelles (chaînes, forêts) qui se sont opposées au mélange des races.

Non seulement l'élément berbère a subi des infiltrations asiatiques et méditerranéennes, mais il se complique d'éléments hébraïques par suite de la présence au Maroc de quatre groupes ethniques juifs, correspondant chacun à une période historique, ainsi que l'ont établi les beaux travaux de M. N. Slousch.

Les difficultés rencontrées dans les régions kabyles de notre domaine algérien par nos armées d'abord, par nos administrateurs ensuite, existent au Maroc, où elles sont décuplées par une plus forte proportion de la race berbère et aussi par la multiplicité des obstacles de la nature dans un pays autrement accidenté.

Si nous poussons plus loin la comparaison avec notre grande colonie voisine, nous constatons qu'un écart beaucoup plus grand existe ici entre le citadin et le rural. En Algérie, le second est beaucoup moins éloigné du premier et il est facile de saisir les principales causes de cette particularité.

Les citadins, ethnologiquement plus complexes que les autres parce qu'ils sont plus mélangés, présentent au Maroc des aptitudes remarquables résultant d'abord d'une origine supérieure, ensuite d'une adaptation acquise par le commerce et les voyages à l'extérieur. Il ne faut pas oublier, en effet, que le Makhzen a toujours eu à sa disposition des sujets ayant fait des séjours prolongés en Europe, aussi bien en Angleterre qu'en France, en Allemagne, en Belgique, en Italie et en Espagne, voire même en Suisse et en Autriche. Il est peu d'exemples, dans les villes marocaines, d'hommes ayant atteint une situation prépondérante comme celle de pacha, amine, commerçant ou industriel, sans un séjour préalable de plusieurs années dans quelque pays d'Europe.

Le type rural, au contraire, beaucoup moins mélangé et demeuré isolé, à l'abri des influences du monde civilisé, est resté très fruste, conservant généralement, avec des aptitudes guerrières, une adaptation au travail du sol auquel il ne demande qu'à se fixer.

Cette différence du type citadin et du type rural apparaît surtout en ce moment où l'influence des Européens a considérablement augmenté la cherté de la vie dans les villes de la côte. Le berbère fruste se trouve dans l'impossibilité de lutter contre les nouvelles nécessités de l'existence, parce qu'il est incapable de se rendre utile à la population européenne nouvellement débarquée. Alors il déserte la ville pour retourner aux champs qu'il n'aurait jamais dû quitter.

Une sélection se fera ainsi peu à peu, qui permet d'envisager un avenir meilleur, apportant à l'agriculture une main-d'œuvre productive héréditairement adaptée. Celle-ci menace d'ailleurs d'être insuffisante, le chiffre de la population marocaine étant bien inférieur à ce que l'on avait d'abord pensé. Aussi la puériculture passera-t-elle bientôt, peut-être, au rang des principales préoccupations de l'administration du Protectorat

Les recherches d'anthropologie anatomique nous feront connaître la proportionnalité des mélanges ethniques; elles vérifieront, en la précisant, la dissémination en îlots qui rendra ces études minutieuses. C'est ainsi que l'on connaît plusieurs îlots d'Aït Tserouchen, de Chtouka, de Mzab, de Chechaoua, dont on retrouve des traces dans des régions parfois éloignées les unes des autres. C'est ce que Huguet appelle « la mosaïque ethnographique marocaine ».

Il faudra nécessairement se livrer à des études d'ensemble avant de passer à des études régionales qui auront besoin d'être éclairées par quelques notions générales.

Le côté pratique des études anthropologiques au Maroc ne peut échapper. Des connaissances de cet ordre aideront à stabiliser les populations parce que, en travaillant, en s'attachant au sol, le berbère deviendra moins turbulent, nous donnant ainsi les garanties d'une sécurité durable.

Ces études seraient susceptibles encore de recevoir une heureuse application dans l'organisation des troupes marocaines. Elles permettraient de former des groupements homogènes ou tout au moins une répartition des éléments ethniques dosés en connaissance de cause Or on sait l'importance qu'il faut attacher à la création de ces corps indigènes, le berbère étant susceptible de constituer des troupes très endurantes, plus facilement et plus rapidement éducables que les troupes similaires de l'Algérie et de la Tunisie.

On sait enfin quel parti l'on peut tirer de l'application de l'anthropométrie, cette filiale de l'anthropologie anatomique. En aucun pays plus qu'au Maroc il serait utile de pouvoir joindre à chaque dossier judiciaire une fiche anthropométrique soigneusement faite, sur un modèle immuable,

de façon à rendre ces documents comparables entre eux.

Et si l'on songe que le soldat marocain déserte facilement, on se rend compte du remède efficace que l'on pourrait apporter à ce mal héréditaire en persuadant au soldat berbère que, s'il manque à son engagement, il sera fatalement, tôt ou tard, identifié par sa fiche anthropométrique.

Enfin, nous dirons quelques mots sur les études scientifiques indispensables à la sauvegarde de l'hygiène publique.

Il est d'abord nécessaire de rechercher les diverses espèces d'insectes piqueurs ou suceurs de sang qui jouent un rôle dans la transmission des maladies contagieuses.

L'étude des moustiques et de leur répartition permettrait de dresser la carte du paludisme et de mettre en garde le colon avant que les régions infestées ne soient assainies par le drainage du sol et la destruction des insectes propagateurs.

La présence au Maroc du *Stegomya fasciata*, moustique transmetteur de la fièvre jaune, serait un danger pour la santé publique si elle était constatée. Il importerait donc de détruire cet insecte s'il était trouvé, car il suffirait d'un colonial arrivant avec la fièvre jaune pour la disséminer dans tout le Protectorat.

De même, l'étude des trypanosomes, ces agents de la maladie du sommeil et d'autres infections, est intéressante au premier chef.

Le typhus est encore assez mal connu quant à la nature de l'élément microbien, au rôle des insectes transmetteurs du contage et à ses causes pathogènes. Le Maroc est un champ d'études inépuisable sur ce sujet parce que le typhus y cause de grands ravages dans la population indigène et européenne.

De même, la teigne, qui est endémique au Maroc où elle prend les proportions d'une plaie sociale, la lèpre, qui s'y rencontre parfois, notamment à Fez, mériteraient une étude et des mesures propres à enrayer ces maladies.

On pourrait citer encore la typhoïde, la peste, etc.

Mais cette courte énumération suffit pour montrer la nécessité de faire dresser la carte nosologique du Protectorat. Des médecins spécialistes, chargés de ce travail, se déplaceraient vers les points dangereux pour étudier la marche des grandes épidémies, préciser les causes climatériques, sociales et microbiennes qui les régissent.

Enfin l'extrême importance de l'analyse microbienne dans le captage des eaux potables ne peut échapper. Le bactériologiste doit suivre l'hydrologue dans l'étude des nappes souterraines et de leurs émergences, pour lui permettre d'en découvrir les points de contamination, notamment dans la pollution par le bacille d'Eberth. On sait les ravages déjà causés par la fièvre thyphoïde au Maroc et, quoiqu'ils aient été considérablement atténués par l'emploi du sérum antityphique du Dr Vincent, il importe de mettre désormais, autant que possible, les agglomérations à l'abri du bacille nocif.

Bien d'autres recherches scientifiques pourraient être entreprises au Maroc, mais nous avons tenu à nous limiter dans cet article à celles qui, susceptibles d'applications immédiates, doivent être en quelque sorte à l'avant-garde de l'œuvre colonisatrice.

Louis Gentil,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Ouvrages relatifs au Maroc.

Philibert (Vice-Amiral). — **Les opérations de la Marine au Maroc (1907-1908).** — 1 *vol. in-8° de* 183 *pages. Imprimerie nationale. Paris*, 1913.

Rédigé d'après des rapports officiels, par le capitaine de frégate Fossey et le lieutenant de vaisseau Godard, sous la direction du vice-amiral Philibert, commandant la force navale détachée au Maroc, cet ouvrage mérite tout l'intérêt du lecteur non seulement comme historique des opérations de la Marine, mais encore par ses aperçus inédits sur la politique suivie en 1907-1908 pour pacifier les populations du littoral marocain.

L'avant-propos rappelle les événements de Casablanca et la brillante conduite d'une poignée de marins parvenant à sauver les Européens et à protéger le quartier des consulats dans les premiers jours d'août 1907.

Le chapitre Ier résume la situation lorsque l'amiral Philibert est arrivé à Casablanca avec les navires portant le général Drude et les troupes devant occuper la ville; il indique le rôle dévolu à la Marine : assurer le ravitaillement des troupes; coopérer à la défense des abords de Casablanca; contribuer à ramener le calme et à garantir la sécurité des colonies européennes dans les ports; établir des communications permanentes entre les corps expéditionnaires et les ports, entre le Gouvernement français et la Légation de Tanger; enfin, réprimer la contrebande des armes.

Pour accomplir une mission aussi complexe sur une côte toujours inhospitalière, souvent dangereuse, l'amiral disposait d'un nombre de navires bien restreint. Il a dû leur demander de grands efforts. Lui-même donnait l'exemple d'une activité inlassable. Sa haute intelligence, son concours empressé à toutes les opérations ont largement contribué à maintenir entre les autorités en présence l'entente parfaite qui était indispensable à la réussite des projets du Gouvernement.

Le chapitre III montre l'effervescence qui régnait au Maroc en août 1907, les difficultés que l'on a dû vaincre, les mesures adoptées par la Marine, les vues qui ont dicté la conduite de l'amiral Philibert.

Les autres chapitres relatent les mouvements incessants des navires, résument, en ce qui concerne les ports ou leurs environs, les principaux événements et les opérations militaires.

Par le tir très efficace et la grande portée de leur artillerie, les croiseurs présents à Casablanca contribuent à repousser les attaques des indigènes en août 1907.

Le général Drude, puis le général d'Amade apprécient hautement les services rendus par des sections de pièces de 65 millimètres et de 37 millimètres débarquées de nos navires. Sans sortir d'une stricte neutralité, la Marine assure, en novembre, le débarquement des troupes chérifiennes à Mazagan. Le 1er mai 1908, elle facilite l'occupation de Safi.

De la fin de septembre jusqu'en avril, les mauvais temps viennent compliquer les opérations maritimes et augmenter encore la fatigue des équipages, surmenés par un service hors de proportion avec le petit nombre des bâtiments laissés au Maroc.

A Casablanca, des raz de marée détruisent plusieurs mahonnes et chaloupes. Les roulis des navires en rade atteignent une amplitude totale de 25° et même de 44° sur le transport *Mytho*.

Cependant, la Marine parvient à assurer le débarquement de tout le matériel destiné aux troupes. Elle est entraînée à s'occuper du déchargement de navires de commerce étrangers, dont les réclamations fréquentes et peu motivées soulèvent des difficultés spéciales.

L'appendice n° 2 énumère les avaries subies par nos bâtiments pendant l'hiver de 1907-1908. Les dernières pages sont relatives à la Direction du Port de Casablanca, aux mesures prises pour le service de la Télégraphie sans fil et aux projets d'occupation de divers points du littoral.

En dehors de son intérêt pour l'étude de notre pénétration au Maroc, l'ouvrage que le Département de la Marine a fait imprimer prouve l'endurance de nos équipages. Il montre que, sous l'impulsion d'un chef énergique et avisé, nos navires ont bien rempli la lourde tâche qui leur était confiée. A. J.

Bernard (Augustin), *Professeur à la Faculté des Lettres d'Alger, Chargé du cours de Géographie de l'Afrique du Nord à la Sorbonne.* — **Le Maroc.** — 1 *vol. in-8° de* 412 *pages avec* 5 *cartes hors texte.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Alcan, éditeur. Paris*, 1913.

Le volume de M. Augustin Bernard sur le Maroc embrasse tous les problèmes soulevés par l'étude du Mahgreb. Les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié les articles très intéressants qu'en 1903 le professeur de la Faculté d'Alger a fait paraître sur le commerce, l'agriculture et l'industrie au Maroc. Il y a deux ans, nous avons présenté au lecteur son volume sur les Confins marocains. Nous avions pu lire ce livre sur le terrain même, à Debdou et à Merada, et étions en bonne place pour l'apprécier.

Les premiers chapitres sont consacrés à l'orographie du pays. Les travaux de Schnell, Lemoine, Gentil ont permis de se faire une idée des grandes lignes du relief marocain[1], et depuis cette époque les travaux du Service géographique de l'Armée ont apporté de nouveaux et précieux appoints dans nos connaissances sur le grand Atlas; mais il reste là encore beaucoup à travailler.

La climatologie et la végétation, intimement liées l'une à l'autre, font l'objet du troisième chapitre. La question de l'origine des *tonaress*, de ces terres argileuses sur lesquelles tant d'espoirs ont été fondés, est peut-être traitée trop succinctement. Sans prendre parti, l'auteur aurait pu exposer plus longuement les théories éoliennes, marines, etc., qui ont mis aux prises tous les géographes et géologues qui se sont occupés des terres noires du Maroc.

Les conditions historiques font l'objet du deuxième livre. L'histoire du Maroc est relativement connue, et se caractérise par une tendance curieuse d'autonomie. A. Bernard met bien en évidence cette tendance à la création d'un culte autocéphale. C'est l'église donatiste qui se sépare de l'église catholique, et plus tard, après l'invasion hilalienne, c'est le khared,isme qui oppose son puritanisme à l'islamisme d'Orient trop dépravé.

Passant rapidement sur les luttes intestines qui marquent l'époque des Almoravides, des Almohades et des Mérinides, l'auteur s'arrête plus longuement sur les dynasties chérifiennes. C'est la première dynastie chérifienne, celle des Saadiens, qui a établi le Makhzen marocain tel que nous l'avons trouvé il y a quatre ans, leurs successeurs, les Felalis, ayant pieusement conservé l'organisation anarchique qu'ils avaient recueillie des Saadiens.

[1] Gentil : *Revue générale des Sciences*, 1911, p. 186.

Successivement, M. Augustin Bernard étudie la vie économique, la vie sociale, la vie politique, si difficile à bien connaître, et souvent même très méconnue par suite de la complexité même des populations marocaines, de la dualité des races et des langues berbères et arabes. L'histoire des rapports du Maroc avec les Puissances étrangères, de l'établissement du Protectorat est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'insister. Le livre a été écrit au début de 1913, et déjà en ce qui concerne l'expansion française il nous paraît en retard

A propos de l'avenir même du Protectorat et en se plaçant au point de vue français, M. Augustin Bernard montre le grand danger qui menace le commerce français et algérien, dans la zone des Confins.

Au terme de l'article 4 de l'accord franco-anglais du 8 avril 1904, le commerce des deux nations avec le Maroc et avec l'Egypte jouira du même traitement pour le transit par les possessions françaises et anglaises en Afrique

Il est trop tard pour relever l'erreur de notre diplomatie, qui a pris un engagement pour la frontière orano-marocaine en échange d'un avantage illusoire du côté de l'Egypte. Non seulement les produits français vont se trouver concurrencés sur les marchés marocains, mais encore, en raison de l'insuffisance de la douane, ces mêmes produits franchiront la frontière en fraude et pénétreront en Oranie.

Cette observation si perspicace suffira à montrer l'intérêt que présente la lecture de cet ouvrage.

Dubois (Marcel) et **Kergomard** (J.-G.). — **Cartes générales des cinq parties du monde. Afrique. Carte physique et politique.** — 4 *feuilles mesurant ensemble* $2^m,30 \times 1^m,70$, *tirées en quatre couleurs et coloriées pour les limites. Echelle* : 1/6.000.000e. (*Prix de la carte : en feuilles* : 25 *fr.*; *collée sur toile, vernie et montée sur rouleaux* : 42 *fr.*) — **Carte de l'Afrique du Nord.** (*Extrait de la grande carte.*) — 1 *feuille.* (*Prix* : 3 *fr.*) — **Afrique. Carte muette.** *Echelle* : 1/6.000.000e. (*Prix de la carte : en feuilles*, 18 *fr.*; *collée sur toile, vernie et montée sur rouleaux* : 35 *fr.*) *A. Challamel, éditeur. Paris*, 1913.

La carte générale de l'Afrique au six millionième que viennent de publier MM. Marcel Dubois et Kergomard sera complétée et suivie des cartes des autres parties du monde à une échelle de même grandeur. La grande difficulté dans l'organisation de ces grandes cartes est d'éviter les trop grandes déformations. En utilisant la projection zénithale équidistante méridienne, les auteurs ont pu réaliser un ensemble satisfaisant à l'œil.

La maison Challamel a voulu soutenir sa réputation dans la cartographie en donnant une carte gravée sur pierre avec une netteté, une clarté remarquables. Les documents hydrographiques sont en bleu, l'orographie ressort en teinte bistre, alors que les limites, encore indécises parfois, des divisions politiques sont indiquées par différentes couleurs.

Les éditeurs ont fait un tirage à part de l'Afrique française du Nord et, sur cette carte toute d'actualité, les lecteurs pourront suivre le tracé de la future ligne Tunis-Casablanca, voire même celui encore très vaguement soupçonnable d'Alger-Tombouctou-Brazzaville.

Il existe, en outre, pour l'enseignement une carte muette tirée à la même échelle et qui pourra être également utilisée par les compagnies coloniales, les maisons de commerce pour indiquer les créations nouvelles de postes, de lignes de communication, etc.

Barrère (Henry). — **Carte du Maroc,** *à l'échelle de* 1.000.000e, *en 4 feuilles.* (*Prix* : 12 *fr. en feuilles*, 19 *fr. collée et pliée.*) *Barrère, éditeur. Paris*, 1913.

Cette Carte du Maroc est divisée en 4 feuilles correspondant à l'assemblage adopté par la Commission de la Carte internationale du Monde au 1.000.000e, — zones H et I, fuseaux 29 et 30. Chaque feuille comprend 6° en longitude sur 4° en latitude et le méridien initial est celui de Greenwich.

Le système de projection adopté est celui de la Carte du Monde au 1.000.000e, c'est-à-dire la projection polyconique modifiée dont on doit le calcul des éléments à l'obligeance de M. Henri Vallot. Dans cette projection, les méridiens sont figurés par des lignes droites et les parallèles par des cercles dont les centres se trouvent sur le prolongement du méridien central; elle doit permettre l'assemblage exact de chaque feuille avec les feuilles voisines sur ses quatre côtés.

Le dessin a été exécuté à l'échelle du 750.000e et réduit photographiquement au 1.000.000e. Les couleurs employées sont le noir pour les écritures et les chemins de fer, le bleu pour tout ce qui concerne l'hydrographie, le rouge pour les pistes et emplacements des souk, qu'il a paru intéressant de distinguer ainsi des localités proprement dites et des emplacements de tribus. On a adopté pour la représentation du relief du sol des courbes figuratives tirées en bistre et tracées autant que possible d'après les cotes connues; ces courbes sont relevées par un estompage. Malheureusement, les nombreuses lacunes existant encore ne permettent pas de donner la représentation du relief du sol au moyen de teintes hypsométriques, conformément au vœu émis par la Commission de la Carte internationale du Monde au 1.000.000e.

Nous ne pouvons mieux établir la valeur de cette carte qu'en citant les premières lignes de l'article de Louis Gentil : *Le relief du Maroc* (*Revue du mois*, mars 1913). Nul plus que notre éminent collaborateur ne pouvait donner un avis aussi autorisé :

« La belle carte du Maroc au millionième que M. Henry Barrère présente au public constitue une très intéressante mise au point des documents cartographiques actuellement acquis sur le Maghreb. Par les progrès considérables qu'elle réalise sur l'édition de 1904 à la même échelle, elle montre que le Nord-Ouest africain commence à se dessiner sur la carte du bassin de la Méditerranée. Elle nous permet aussi, grâce aux données scientifiques accumulées sur la structure de ce pays, d'envisager la carte du Maroc, non plus comme une série d'itinéraires de reconnaissance plus ou moins comparables entre eux, mais comme un ensemble dont l'enchaînement harmonieux incite aux idées de synthèse. »

La note qui accompagne la carte donne des explications très intéressantes sur les documents utilisés; on trouve, en outre, une bibliographie très riche déjà sur la cartographie marocaine; enfin, en quelques pages, les abréviations utilisées dans la carte, renseignements rendus indispensables par l'emploi des deux langues arabe et berbère.

Fallex (Maurice), *Professeur au Lycée Louis-le-Grand.* — **Maroc.** *Carte murale au millionième, en couleurs.* (*Prix* : 12 *fr.* 50.) *Ch. Delagrave*, 15, *rue Soufflot. Paris*, 1914.

La carte murale du Maroc dressée par Maurice Fallex est destinée à rendre les plus grands services. Conçue sur des bases scientifiques, elle met au point tous les documents acquis à ce jour sur notre protectorat Elle ne fait nullement double emploi avec la carte de documentation d'Henry Barrère. Elle synthétise, en effet, sans les reproduire intégralement, les levés réguliers du Service géographique de l'Armée et elle réunit les principales données rapportées par les voyageurs qui ont parcouru les régions du bled siba non encore pacifiées. C'est ainsi qu'elle fait de larges emprunts aux travaux de de Foucauld, de Segonzac et de Louis Gentil.

M. Maurice Fallex a, en particulier, reproduit, en un carton au 1/3 000.000, la carte géologique de couleurs de ce dernier et il fait ressortir, d'après ce savant, les grandes divisions orogéniques du Maroc (Meseta marocaine, détroit Sud-Rifain, Atlas, Plateau saharien, etc.). Il rend ainsi sa carte indispensable au point

de vue didactique, non seulement pour les Universités, mais même pour les collèges et les lycées où l'enseignement de la Géographie est entré dans la voie scientifique.

Les teintes hypsométriques que M. Fallex a figurées donnent une impression très nette du relief du Maroc; elles sont très heureusement associées aux teintes bathymétriques de l'océan Atlantique et de la Méditerranée. Enfin, les principales lignes de navigation, les grandes voies de communication et les plans des principales villes (figures en carton) complètent la documentation de cette belle carte du Maroc.

J.-P. L.

Gauthronet (E.), *Ingénieur*. — **Tanger. Son port, ses voies de pénétration.** (*Deuxième édition.*) — 1 *vol. in-8° de* 150 *pages avec figures et cartes.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Challamel, éditeur. Paris*, 1914.

« Cette étude a exigé une documentation laborieuse et un travail considérable. J'estime que ce document pourrait être consulté avec fruit par ceux qu'intéressent le développement de Tanger et la question marocaine. Ils y trouveront des renseignements précieux. » Ces lignes sont empruntées à la préface que M. Porché, le directeur des travaux de Tanger et notre distingué collaborateur, a écrite pour la deuxième édition de l'ouvrage de M. Gauthronet sur le Port de Tanger.

On trouve, en effet, dans ce livre une étude très intéressante et très riche de chiffres sur le port et le commerce de Tanger.

Pour M. Gauthronet comme pour les « Tangérois », la ville de Tanger peut et doit devenir la tête des lignes de pénétration dans l'empire chérifien; à Tanger doivent embarquer et débarquer toutes les marchandises d'importation ou d'exportation, en provenance ou à destination de l'hinterland.

Dans une série de graphiques dont la lecture est des plus intéressantes, l'auteur s'est efforcé, en partant des mouvements des ports de l'Afrique du Nord : Alger, Oran, Sfax, Tunis et Tanger, d'établir la courbe ascensionnelle des affaires de 1880 à 1940. Il est évident que ces conceptions ne manquent pas de témérité et qu'il serait prudent de faire des réserves, quand il s'agit de périodes futures de vingt-cinq ans et de pays en voie de transformation profonde.

C'est ainsi que le graphique indiquant les résultats financiers de l'exploitation commerciale du port de Tanger d'après les prévisions comparées avec l'exploitation des ports algéro-tunisiens, établi jusqu'en 1960, est exposé à subir avec le temps de grosses variations; néanmoins cette étude est intéressante et il faut bien, quand on lance une affaire du genre du port de Tanger, tabler sur des calculs approximatifs.

Un chapitre est consacré au problème de l'alimentation en eau potable de la ville de Tanger. Signalons ici l'estimation des besoins en eau potable suivant les conditions sociales ou ethniques de la population.

Sur les 45.000 habitants de Tanger, on compte 2.000 Européens habitués aux nécessités du confort moderne et réclamant 200 litres d'eau par tête, 5.000 Européens de la classe bourgeoise ne demandant que 100 litres, 10.000 ouvriers se contentant de 60 litres, et enfin les 28.000 indigènes musulmans ou israëlites pour lesquels 30 litres seront déjà un luxe, soit 2.000 mètres cubes par jour.

Dans le projet Gauthronet, Tanger devant posséder 200.000 habitants en 1960, il faudra prévoir une consommation de 40.000 mètres cubes.

Enfin, nous croyons devoir donner le profil en travers du Fez-Tanger tracé par l'auteur. D'après lui, les pentes seraient assez faibles, ne dépassant jamais 15 millimètres par mètre, inférieures par suite aux déclivités des chemins de fer algériens.

Mais le projet est établi pour une voie de 1 mètre et on sait que la convention franco-espagnole a a opté l'écartement de 1m,44; par suite, tous les devis de M. Gauthronet cessent d'être applicables.

En plus des nombreux graphiques dont nous avons parlé, le volume sur Tanger contient de nombreuses gravures, inutile d'en parler plus longuement puisque l'auteur a bien voulu les mettre à la disposition de la *Revue* pour illustrer ce numéro.

Fig. 1. — *Profil en travers du chemin de fer Fez-Tanger, d'après M. Gauthronet.*

J.-P. L.

Rivière et **Lecq**. — **Traité pratique d'Agriculture pour le nord de l'Afrique.** — 1 *vol. in-8° de* 1090 *pages avec figures.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Challamel, éditeur. Paris*, 1914.

Dans le *Traité d'Agriculture pour le nord de l'Afrique* qu'ils publient chez Challamel, MM. Rivière et Lecq ont entrepris l'étude de toutes les questions qui intéressent le colon nord-africain, depuis la culture des céréales jusqu'à l'hygiène du colon.

Nous n'avons pas l'intention d'analyser ce travail considérable; mais, désirant combler une lacune de ce numéro, l'article sur l'Agriculture n'ayant pas été reçu à temps, nous avons pensé qu'en résumant ou même en donnant des extraits du chapitre consacré plus spécialement au Maroc, nous ferions œuvre utile et pour la *Revue* et pour les auteurs, dont on appréciera mieux ainsi la méthode de travail.

Après l'exposé de nos connaissances encore bien incomplètes de la météorologie marocaine, un exposé rapide de la flore, on trouve une étude des différentes régions envisagées au point de vue agricole : le *Rif*, montagneux, peu propice à l'agriculture, compris dans la zone espagnole; le *Gharb*, comprenant la zone internationalisée de Tanger et les plateaux du Maroc occidental; la région du *Sebou*, grande plaine alluvionnaire que l'irrigation peut conquérir; la *Chaouia* et la *Doukkala* ou pays des terres noires; la région de *Mogador*, avec ses arbres fruitiers et son arganier presque caractéristique du pays; le *Sous*, où jadis poussait la canne à sucre et qui, mieux irrigué, devrait

retrouver sa richesse agricole et arboricole; la plaine de *Marrakech*, avec sa végétation de steppe et ses palmiers aux dattes médiocres; dans le Maroc oriental, la plaine des *Angad* et des *Trifla*, trop vantée jadis, peut-être méconnue maintenant.

Les fameuses terres noires, les *tîrs*, que l'on rencontre à une certaine distance des côtes de l'Atlantique entre le Bou Regreg et le Tensift, avec une largeur de 60 à 100 kilomètres, sont des terres parfois profondes de 40 à 60 mètres, fortes et argileuses, à surface humifère se fendillant au soleil, cultivables les années à pluies précoces, mais difficiles à travailler dans les époques à pluies tardives.

« Une analyse chimique d'une terre meuble franche dans laquelle les éléments physiques constituants, sable, argile et calcaire, se font équilibre, a donné les résultats suivants :

« Pour 1.000 grammes de terre fine séchée à l'air :

Azote total	1,70
Acide phosphorique	2
Potasse	3,10
Chaux	40
Magnésie	12
Fer	21
Sulfate	0,30
Chlore	0,25

« On peut donc classer cette terre dans les terres riches.

« Quelques-unes de ces terres sont donc bien pourvues ; mais leur fertilité est sous la dépendance des conditions météoriques, qui ont sur la végétation une influence prépondérante.

« Or, la pluviométrie varie dans de grandes proportions sur l'immense étendue où se trouvent des tîrs. Quelle que soit la richesse de ce sol, l'année où la pluviosité fait défaut, la récolte manque.

« Il faut aussi tenir compte de la constitution physique de ces terres : parfois, quoique humifères, elles sont trop sableuses. D'autre part, la grande quantité d'argile et de fer qu'elles contiennent les rend difficiles à travailler dans les saisons sèches.

« Ces *tîrs* reposent aussi sur des sous-sols imperméables ; leur épaisseur est également variable, de là une fertilité relative ou exigeant des cultures diverses.

« En réalité, l'analyse de ces terres n'indique pas des éléments de fertilité supérieurs à ceux qu'offrent certaines parties de l'Algérie, notamment la Mitidja et le Chéliff, si cette dernière région était moins sèche. »

MM. Rivière et Lecq, après avoir étudié séparément les productions agricoles, abordent très nettement le sujet brûlant : la fertilité du Maroc, et citent les opinions si différentes émises par les explorateurs : « La meilleure critique à résumer est celle de M. Doutté, qui fait autorité pour les questions se rattachant au Maroc. Cet auteur dit : « La fertilité du sol marocain « a le plus souvent été célébrée avec un enthousiasme « qui nous paraît exagéré : il y a à cet égard un « départ à faire. »

« En effet, il convient d'envisager l'ensemble du pays et d'en déterminer très approximativement les degrés de productivité naturelle.

« Pour M. Brives, qui a pu à diverses reprises étudier les différentes régions du Maroc, l'absence d'eau est le grand défaut des régions sub-atlantiques sur lesquelles on a tant attiré l'attention et elle sera le plus grand obstacle à la pénétration européenne. Le Maroc peut devenir une excellente colonie d'exploitation : il se prête peu au peuplement européen.

« D'après plusieurs auteurs, et d'après M. Doutté notamment, le Grand-Atlas est pauvre, malgré ses altitudes où persiste longtemps la neige et malgré les orages qui l'arrosent; les peuplements forestiers sont de peu de valeur ou dans beaucoup de cas inexploitables. Dans l'ouest, les grandes plaines sont fertiles, notamment la Doukkala et la Chaouïa, où cependant on paraît avoir exagéré la valeur des fameuses *terres noires*; ce sont des pays de cultures de céréales.

« Même dans les terres noires, le sort des récoltes est sous la dépendance des pluies plus ou moins abondantes; en 1910, dans le pays des Doukkala, cependant riche en terres noires, c'était la famine parce qu'il n'avait pas plu.

« Quant aux cultures dites riches, capables de donner des résultats financiers immédiats et importants, il n'en existe pas, parce que le Maroc, comme l'Algérie et la Tunisie, ne peut avoir qu'une agriculture essentiellement méditerranéenne, plus ou moins productive suivant les conditions favorables de milieu. Il faut donc ranger parmi les utopies et les chimères les cultures dites coloniales, toujours chères à quelques rêveurs, notamment celles du caféier, de la canne à sucre, du manioc et même du cotonnier, ce dernier ne pouvant être cultivé que dans les rares localisations où son rendement ne serait rémunérateur qu'avec l'aide de l'arrosage. »

Les extraits qui viennent d'être donnés suffisent pour montrer l'extrême prudence avec laquelle les auteurs de ce livre envisagent le problème de la colonisation marocaine.

Pour eux, le Maroc ne saurait être une colonie de peuplement. C'est par une association étroite entre l'européen et l'indigène que l'avenir peut être assuré. Mais alors il ne faut pas renouveler la faute ou le crime de la colonisation algérienne : dépouiller l'Arabe et le Berbère au détriment du colon, faire suer le burnous. La juste répartition des impôts, l'emploi de cet argent versé par le contribuable agricole aux travaux publics favorisant la mise en valeur du pays, tels sont les vœux très légitimes qui terminent cette étude sur le Maroc.

L'ouvrage de MM. Rivière et Lecq est doublement précieux par les renseignements si nombreux qu'il donne et aussi par la bibliographie, très ample, qui permet de toujours recourir aux sources. X.

Gaudefroy-Demombynes (M.), *Professeur à l'Ecole des Langues orientales*, et **Mercier** (L.), *Vice-Consul de France à Rabat*. — **Manuel d'arabe marocain, avec introduction historique et géographique.** — 1 *vol. in-8° de* 242 *pages*. (*Prix* : 6 *fr.* 50.) *Guilmoto, éditeur. Paris*, 1913.

Ce livre est le premier du genre publié sur le Maroc. Il est écrit sans prétention scientifique par des hommes compétents, au courant de la langue, connaissant les hommes et les choses du pays marocain : l'un d'eux, qui enseigne l'arabe à l'Ecole des Langues orientales de Paris, s'est spécialisé depuis longtemps dans l'étude des Musulmans nord-africains parmi lesquels il a vécu; l'autre est depuis des années au Maroc et, par ses fonctions mêmes, il a été appelé à vivre au milieu des Musulmans, à causer avec eux.

Au moment où nos soldats, nos fonctionnaires, nos commerçants, nos agriculteurs arrivent de plus en plus nombreux sur cette nouvelle terre de protectorat, il fallait leur donner un *Manuel* capable de les renseigner rapidement sur le pays, de leur apprendre les éléments indispensables de la langue arabe parlée ou comprise dans la plus grande partie du Maroc, la langue officielle de l'administration du pays. C'est ce que les auteurs du *Manuel d'arabe marocain* ont tenté de réaliser, et ils ont pleinement réussi.

La partie principale de cet ouvrage, comme l'indique le titre, est occupée par l'étude de l'arabe marocain : une grammaire, des dialogues, un vocabulaire en constituent les trois divisions.

Les auteurs ont compris qu'ils devaient, avant tout, aplanir les difficultés de l'arabe à des débutants et simplifier le plus possible la transcription phonétique.

La grammaire (83-187) est réduite aux lois essentielles de la phonétique, de la morphologie et de la syntaxe, appuyées sur de nombreux exemples. La transcription, des plus claires, est heureuse et suffisante pour des débutants. Les auteurs auraient bien

fait d'ajouter quelques signes pour rendre certaines consonnes emphatiques, qui méritent vraiment d'être représentées. Etant donnée la mobilité de l'accent en marocain, les auteurs de ce *Manuel* se sont prudemment gardés d'entrer dans des détails et des précisions sur ce point délicat. L'accent est d'ailleurs soigneusement indiqué dans les dialogues qui occupent les pages 188-222. Ces dialogues sont choisis de façon à permettre au voyageur qui arrive au Maroc de demander immédiatement ce qui lui est indispensable : l'arrivée, montures et bagages, en marche, l'étape, la température, la nourriture, le bain maure, le marché, monnaies et change, poids et mesures, café, musique et danses, tels sont leurs titres. Dans ces dialogues, la phrase française est suivie de la phrase arabe et de la prononciation en caractères latins. Il en est de même dans le premier vocabulaire (p. 223-226), comprenant les noms de métiers. Le second vocabulaire donne les principaux mots espagnols adoptés par l'arabe marocain. Le troisième est relatif au calendrier et aux noms des divisions du temps.

Enfin, pour renseigner le nouveau débarqué au Maroc sur le pays et les populations, les auteurs ont fait précéder leur étude grammaticale d'une copieuse introduction sur la géographie, l'histoire, l'état politique et social du Maroc. On a déjà sur ce même sujet l'excellent livre d'Augustin Bernard ; mais le résumé donné dans le *Manuel d'arabe marocain* y est tout à fait à sa place ; c'est le complément naturel du reste du livre.

En un mot, disons que le petit livre de MM. Gaudefroy-Demombynes et Mercier est présenté avec méthode et clarté ; il est appelé à rendre de précieux services à tous ceux qui vont au Maroc.

ALFRED BEL,
Directeur de la Médersa de Tlemcen

Holtz (Louis). — **Traité de Législation marocaine.** — 1 *vol. in-8° de 457 pages. (Prix : 10 fr.). Société des Juris-Classeurs, éditeur. Paris*, 1914.

M. Louis Holtz, ancien magistrat, docteur en droit, chef de contentieux de la Compagnie Marocaine, vient de publier, dans les Editions des Juris-Classeurs, un traité de législation marocaine.

C'est le premier qui paraisse. Son besoin était vivement ressenti : Quel est le colon, le fonctionnaire, l'officier, le commerçant de la Métropole en rapport d'affaires avec le Maroc qui n'ait, à maintes reprises, — en constatant combien de temps, combien de recherches il fallait pour obtenir sur tel ou tel point un renseignement précis — regretté de n'avoir pas sous la main un volume lui donnant d'une manière pratique et exacte les données indispensables concernant l'Empire chérifien ? Tantôt il s'agit de savoir la compétence d'un fonctionnaire, tantôt l'organisation d'un service, tantôt la règle de droit applicable à une situation donnée ; ou bien c'est un principe, une idée générale, que l'on recherche dominant telle ou telle matière, telle ou telle question qui sort de la pratique journalière : que de peine pour trouver ou pour retrouver le texte, la date, la référence, le renseignement qui échappe !

L'ouvrage de M. Louis Holtz, consciencieux et précis, sera là désormais pour mettre à la disposition du chercheur sa documentation exacte et abondante. Dans ses 457 pages, il embrasse l'ensemble de la législation marocaine, il présente le tableau complet du Droit public et du Droit privé du Protectorat. Tableau qui certes était malaisé à tracer ! Quelle complexité, quel enchevêtrement de situations !

Voilà un Empire, souverain théoriquement jusqu'à une époque toute récente, mais qui a accordé à telles ou telles Puissances d'importantes concessions, notamment quant à la condition faite aux étrangers sur son territoire. Les concessions qu'il a accordées ne se sont pas limitées aux étrangers ; elles ont eu pour effet encore de soustraire à sa souveraineté un certain nombre de ses propres sujets ; non seulement des traités particuliers sont à intervenir entre le Maroc et telle ou telle Puissance, traités dont le jeu de la clause de la nation la plus favorisée a étendu la portée d'application ; mais des conventions sont intervenues qui ont internationalisé le Maroc, qui ont fait fonctionner sur son sol des institutions très diverses, en donnant parfois à telle ou telle Puissance une situation particulière, sans que la nature de cette situation soit toujours bien précisée et que l'on sache très exactement s'il s'agit de l'exercice d'un mandat ou au contraire d'un droit propre à cette Puissance.

C'est là-dessus qu'intervient le traité de Protectorat entre la France et le Maroc ; mais la France a pris des engagements internationaux antérieurs, dont la signature du traité de Protectorat va marquer la mise en application pratique : et à peine le traité de Protectorat est-il signé qu'il va falloir négocier avec l'Espagne un accord qui, tout en conservant, dit M. Holtz, pour la situation relative du Maroc et de la zone espagnole, une unité de droit international, crée une dualité d'administration et une dualité de responsabilité. Quels sont les traités passés entre les Puissances et le Maroc auxquels le Protectorat va mettre fin ? Quels sont ceux qui vont subsister ? Dans quelle mesure les réformes apportées dans l'organisation de l'Empire chérifien vont-elles affecter l'existence de ces traités ? Autant de questions qui se dressent du côté international et qui ne contribuent pas à faire de la situation au Maroc un modèle de simplicité ! Et que d'autres causes encore de complexité dans l'organisation ou surtout le manque d'organisation chérifienne elle-même ! Sans doute peu à peu s'instaure un état de choses nouveau, grâce à l'activité de nos fonctionnaires, mais qui oserait sans guide s'aventurer dans le dédale de l'organisation marocaine ? Pour ne parler que des diverses juridictions qui fonctionnent au Maroc, comment ne pas être effrayé de leur nombre : justice musulmane, du Cadi ou du Caïd, justice israélite, tribunaux consulaires, juridiction d'exception, conseil de guerre, juridiction arbitrale de l'accord du 4 novembre 1911, tribunaux particuliers de la Banque d'Etat, juridiction enfin du Protectorat, tribunaux de paix, de première instance ou Cour d'appel !

Quel sentiment d'incertitude ne concevrait-on pas en songeant que pour la seule justice tant de portes se présentent devant celui qui veut faire valoir son droit et qu'il faut frapper à la bonne porte sous peine d'échec et de frais inutiles ?

Il était bon qu'un homme compétent jetât quelque lumière sur l'organisation complexe de l'Empire chérifien : organisation d'hier qui demeure encore sur bien des points celle d'aujourd'hui, organisation d'aujourd'hui — qui ne s'appliquera complètement que demain —. Le public qui consultera l'ouvrage de M. Holtz — et ce seront tous ceux qu'un lien quelconque rattache à l'Empire chérifien — lui sera reconnaissant de l'effort qu'il a heureusement entrepris pour débrouiller une situation complexe, planter quelques jalons et déterminer quelques points de repère sur une route assez malaisée.

GILBERT GIDEL,
Professeur de Droit international
à l'Université de Rennes.

Amar (Emile), *Docteur ès sciences juridiques, Professeur suppléant d'arabe à l'Ecole des Langues orientales vivantes.* — **L'organisation de la propriété foncière au Maroc. Etude théorique et pratique.** (*Préface de* M. PIERRE BAUDIN, *sénateur, ministre de la Marine*). — 1 *vol. in-8° de* 151 *pages. Paul Geuthner, éditeur. Paris*, 1913.

L'étude de la condition de la propriété foncière au Maroc est de celles qui offrent un intérêt primordial en vue du développement de la colonisation au Maroc. La sécurité de la propriété pour celui qui l'acquiert est en effet la première condition nécessaire pour des établissements durables, et elle est loin d'exister dans

le Protectorat. Cette fâcheuse situation résulte de causes diverses : l'absence de titres de propriété ou leur insuffisance, la spéculation effrénée qui a entraîné des transmissions viciées, l'existence de terres collectives ou placées dans des situations juridiques spéciales. Et encore faut-il tenir compte de situations différentes existant dans le Bled-el-Makhzen et dans le Bled-es-Siba.

M. Amar passe en revue les diverses catégories de terres que l'on rencontre au Maroc et il en donne les caractères distinctifs : terres du Makhzen, sur lesquelles des concessions (*tenfida*) peuvent être faites aux Européens; terres mortes, ne produisant pas, dont on admet de moins en moins l'existence; terres des tribus, qui présentent des variétés, et sur lesquelles bien des controverses s'élèvent quant à la nature du droit de celles-ci; terres de propriété privée, système peu compatible avec le vieux droit musulman, mais qui parvient à s'appliquer dans les villes et dans les régions situées en dehors de l'action du Makhzen. Enfin, l'auteur parle des concessions faites par le sultan à certains particuliers et indique quels droits leur appartiennent sur ces terres.

Dans un chapitre suivant, il traite de la preuve de la propriété au Maroc, dont il montre toutes les difficultés. Il recherche quels peuvent être ces titres et quelle en est la force probante; puis quel est le rôle de la possession, qui amène à fonder la propriété en mettant obstacle par prescription extinctive à toute revendication. Nous apprenons ensuite, dans un autre chapitre, comment la propriété se transmet entre indigènes, d'indigènes à Européens, d'Européens à d'autres personnes; l'étude des biens habous, inaliénables, complète le sujet. Enfin, un chapitre est relatif à la procédure judiciaire applicable aux procès en matière immobilière.

Chemin faisant, M. Amar a signalé des réformes désirables et a donné ainsi à son livre un caractère pratique dont M. Pierre Baudin, dans la préface, a fait ressortir l'importance en disant combien il était désirable que le Gouvernement du Protectorat s'en inspire; jusqu'ici malheureusement, comme le dit M. Amar en terminant, rien de définitif n'a été fait encore pour la réglementation de la question foncière au Maroc. G. Regelsperger.

Arin (Félix), *Docteur en droit, attaché à la Direction des Services judiciaires du Gouvernement tunisien.* — **Le régime légal des mines dans l'Afrique du Nord. Tunisie. Algérie, Maroc. Textes et documents.** — 1 *vol. in-8° de* 198 *pages. Augustin Challamel, éditeur. Paris,* 1913.

L'importance des richesses minières que renferme l'Afrique du Nord a appelé l'attention et la convoitise des peuples divers qui s'y sont établis, et il n'est pas inutile de savoir ce qui a été fait en vue d'organiser l'industrie extractive avant la venue de la France. C'est ce qui justifie l'intérêt de ce livre. L'auteur y a réuni des textes et des documents sur le régime légal des mines, mais il ne s'est pas borné à donner ceux contenant les règles actuellement en vigueur. Remontant dans le passé, il a présenté également tous ceux qui correspondent aux grandes époques de l'histoire de l'Afrique méditerranéenne.

La partie la plus considérable du livre est consacrée à ces textes et documents, anciens et actuels, mais l'auteur les a fait précéder de quelques intéressants préambules. Il a donné d'abord un aperçu des richesses minérales de l'Afrique du Nord, où il a procédé par énumérations rapides, mais qui n'en est pas moins instructif et est accompagné de notes bibliographiques précises; il envisage successivement le Maroc, sur lequel il est un peu bref, l'Algérie et la Tunisie. Il montre quel a été jadis le développement de l'exploitation minière et ce qu'il est aujourd'hui.

M. Félix Arin expose ensuite les différents systèmes juridiques qui ont successivement régi la matière avant la conquête arabe et sous la domination musulmane, et enfin ceux aujourd'hui appliqués en Algérie, en Tunisie et au Maroc. Cette étude était particulièrement intéressante au moment où l'importance minière de l'Algérie et de la Tunisie s'affirme de plus en plus et où le Maroc offre un champ d'activité croissant aux entreprises de cette nature. Il en ressort que, du temps des Romains, si l'Etat ne disposait pas en maître de la propriété minière, il en assumait la surveillance et le contrôle; que le droit musulman admettait, dans la réalité des faits, sinon en théorie, la domanialité des mines. Aujourd'hui, sous la domination française, l'Algérie est placée sous l'empire de la législation minière de la métropole, sauf quelques dispositions spéciales; en Tunisie, on attend un remaniement de la législation minière d'après des projets déjà étudiés; le Maroc est encore sous l'empire du droit musulman.

La partie *Textes et documents* contient des textes latins et arabes et pour l'époque moderne, les textes en vigueur et ceux des divers projets de lois ou de décrets, sucessivement pour l'Algérie, la Tunisie et le Maroc. Des annexes contiennent divers tableaux de statistique. G. Regelsperger.

2° Sciences mathématiques

Mitzscherling (Dr Arthur). — **Das Problem der Kreisteilung. Ein Beitrag zur Geschichte seiner Entwicklung** (Le problème de la division du cercle). — 1 *vol. in-8° de* 214 *pages avec* 210 *figures.* (*Prix* : 8 *fr.* 75.) *Teubner. Leipzig et Berlin,* 1913.

Mitzscherling est mort à trente-trois ans, laissant complètement achevé le manuscrit de son livre : « Le problème de la division du cercle en parties égales ». Sa veuve voulut que cette œuvre ne restât pas inconnue et atteignît le cercle de lecteurs auquel elle était destinée, et grâce au dévouement des collègues et amis de Mitzscherling, l'ouvrage parut un an après sa mort.

Comme l'indique le sous-titre, il s'agit d'un travail historique portant sur un point spécial des Mathématiques. Ces travaux, si fort en faveur chez nos voisins, sont peu connus en France, où l'histoire des Mathématiques ne figure dans aucun examen. L'opuscule de Klein, traduit par Griess et publié chez Nony et Vuibert, et où précisément plusieurs chapitres sont consacrés à la division du cercle en parties égales, a fait connaître chez nous ce genre d'ouvrage et l'intérêt qui s'y attache.

Sans doute il n'y a guère dans un pareil livre matière à recherches originales, et tout l'intérêt du travail consiste à être clair et complet. A ce point de vue, l'ouvrage de Mitzscherling offre toute satisfaction, et ceux que cette question intéresse y trouveront tous les renseignements souhaitables avec les références.

Le livre est partagé en deux parties :

1° Partage du cercle en parties égales et inscription des polygones réguliers;

2° Polysection d'un angle ou d'un arc, c'est-à-dire division en un certain nombre de parties égales, et en particulier la trisection de l'angle.

Dans la première partie, qui tient environ le tiers de l'ouvrage, Mitzscherling, après un court exposé historique, rappelle les travaux de Gauss sur la possibilité de construire les polygones réguliers avec la règle et le compas, et il passe en revue les diverses constructions pour les principaux polygones classiques. Il signale en particulier les constructions de Mascheroni avec le compas seul et montre comment notre compatriote M. Gérard a donné pour le polygone de 17 côtés une construction uniquement avec le compas, construction dont la possibilité avait été indiquée par Klein.

Viennent ensuite les méthodes fournissant des constructions approchées, soit avec la règle et le

compas, soit avec l'aide de courbes, et la première partie se termine par l'étude très sommaire des machines à diviser le cercle.

La seconde partie commence par une étude très complète du célèbre problème de la trisection de l'angle.

Après avoir montré l'impossibilité de résoudre le problème au moyen de la règle et du compas dans le cas général, l'auteur passe en revue les différentes méthodes employées par les Grecs et les Arabes, l'emploi des coniques, puis des courbes de degré plus élevé (trisectrices de Mac Laurin, de Catalan, de Longchamps, strophoïde, conchoïde, limaçon de Pascal, etc.).

Il étudie ensuite les solutions approchées tant anciennes que modernes, notamment celles de Fialkowski, et termine le chapitre par l'étude de quelques machines permettant de réaliser mécaniquement la trisection de l'angle.

La polysection de l'angle, dont la trisection n'est qu'un cas particulier, est ensuite examinée.

Successivement sont passées en revue les courbes algébriques (cycloïde de Eva araneïde de Heymann, conchoïde de cercle de Nägelsbach, courbes de Hesse, de Burali-Forti, de van der Grinten, de Œkinghans, de Kempe, etc.), puis les courbes transcendantes qui permettent de résoudre rigoureusement le problème.

Enfin le volume se termine par l'exposé des constructions approchées de Fialkowski, Lampe, Collignon, Strempel, König et Schöler et l'indication des instruments qui résolvent graphiquement le problème.

On voit donc que sous un mince volume (214 pages) le livre de Mitzscherling contient un nombre énorme de faits judicieusement classés et clairement exposés, et par suite pourra rendre de grands services.

A. Huard,
Professeur au Lycée Henri-IV.

De Gramont, duc de Guiche (Armand). — **Essais d'Aérodynamique du plan.** (3e *série*). — 1 *vol. in* 4° *de* 145 *pages avec* 161 *figures.* (*Prix* : 3 fr. 50.) *Librairie Hachette. Paris*, 1913.

On sait que M. Armand de Gramont, duc de Guiche, docteur de l'Université de Paris, a créé un laboratoire de Mécanique, sur les conseils et avec la collaboration du si regretté Carlo Bourlet; il a effectué dans ce laboratoire des séries d'expériences très importantes, en déterminant la répartition locale des pressions sur des plans en mouvement de translation dans l'air immobile. Ces plans sont transportés par une voiture automobile, à laquelle ils sont fixés à une hauteur assez grande pour que les remous dus au mouvement de la voiture n'influent pas sensiblement sur les résultats.

La *Revue*[1] a donné antérieurement l'analyse des deux premières séries d'expériences effectuées par M. de Gramont; nous voudrions donner ici un aperçu des résultats de la troisième série, qui viennent d'être publiés.

Les plans de 80 × 80 centimètres et ceux de 132 centimètres d'envergure, dont le duc de Guiche s'était servi au début, montraient à l'avant l'existence d'isobares parallèles au bord d'attaque. A l'arrière, aucun régime analogue n'apparaissait. Les planches de 132 centimètres s'étaient déformées à l'usage et n'avaient pu être expérimentées à l'arrière. Les plans de 80 et 100 centimètres d'envergure donnaient des résultats qui n'étaient pas comparables, et l'on ne pouvait attribuer ces différences à des erreurs d'expérience. Comme les dépressions à l'arrière croissaient cependant avec la largeur de la surface, il y avait à rechercher si le régime dépendait en quelque façon de l'envergure, en expérimentant sur des surfaces aussi larges que possible. Ce sont ces expériences, effectuées en 1912, qui sont rapportées dans la troisième série.

La méthode a été améliorée sans modifications essentielles. C'est toujours la voiture automobile qui sert au déplacement des surfaces, mais l'enregistrement des pressions peut se faire maintenant en vingt points différents à la fois et les clichés sont plus nets.

Dans ces conditions, l'étude du plan a été terminée : les grandes surfaces employées (largeur 180 centimètres, profondeur 40, 80 et 120 centimètres) ont permis d'établir que le phénomène garde à l'avant la même allure et qu'à l'arrière on peut arriver à un régime qui se traduit encore par des isobares parallèles au bord d'attaque. La variation de la pression arrière pourra sans doute être exprimée par une formule empirique comme elle l'a été pour l'avant.

A la fin de cette *troisième série*, commence une étude nouvelle; l'étude de la modification de la répartition des pressions sur des plans, quand, au lieu d'un seul plan, on déplace dans l'air plusieurs plans invariablement liés les uns aux autres. Le premier cas étudié est celui des plans interrompus ou plans *en tandem* : l'auteur applique ainsi des plans égaux et parallèles, dont les bords d'attaque sont perpendiculaires à la vitesse, et dont les médianes sont dans un même plan de symétrie.

Un second dispositif, en gradins droits ou renversés, est actuellement à l'étude et conduira, nous devons l'espérer, à une quatrième série de ces études si intéressantes au point de vue théorique et si importantes par leurs conséquences dans le domaine de l'aviation.

P. Appell,
Membre de l'Institut.

Relatorio do Observatorio Campos Rodrigues em Lourenço Marques. *Tomes I-IV* (1909-1912). — 4 *vol. in-4° de* 36, 128, 142 *et* 156 *pages. Imprensa nacional, Lourenço Marques*, 1910-1913.

L'Observatoire Campos Rodrigues, de Lourenço Marques, publie depuis quatre ans un Rapport annuel qui nous apporte de très intéressants renseignements sur l'activité de cet établissement. Deux services y sont à l'œuvre : l'un astronomique, l'autre météorologique.

La Mission géodésique de l'Afrique orientale, qui avait déterminé à l'origine les coordonnées géographiques du pilier de l'instrument des passages, avait trouvé : lat. S. 25°58′4″, 9 ± 0″, 2; long. E. Gr. 32°35′39″ 4 ± 0″, 05; altitude 59m, 50. Le directeur de l'Observatoire a procédé depuis lors à une détermination de la latitude par la méthode de Horrebow Talcott et a trouvé la valeur 25°58′5″, 50 ± 0″, 022. Une détermination de l'intensité de la pesanteur a donné $g = 9,79119$, soit, après réduction au niveau de la mer, $g = 9,79001$. L'Observatoire est également chargé du service de l'heure légale, qui est assuré au moyen de plusieurs pendules; cette heure est transmise à l'horloge publique de la ville, ainsi qu'aux ports voisins de Inhambane, Beira, Quelimane et Moçambique.

Quant au Service météorologique, il procède à la détermination de tous les éléments météorologiques, dont les tableaux forment la plus grosse partie des Rapports annuels. Il est en relation avec un certain nombre de postes de l'Afrique orientale portugaise, dont il centralise également les observations.

3° Sciences physiques

Bortkiewicz (L. de), *Professeur à l'Université de Berlin.* — **Die radioaktive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchungen.** — 1 *vol. in-8° de* 84 *pages avec* 5 *figures.* (*Prix* : 5 *fr.*) *J. Springer, éditeur. Berlin*, 1914.

Dans cet opuscule d'un caractère purement théorique, l'auteur s'est efforcé de préciser les conditions dans lesquelles il y a lieu d'appliquer le calcul des probabilités au rayonnement des corps radioactifs. Ce rayonnement provoque, comme on sait, des scintillations sur les écrans phosphorescents. Des expérimentateurs tels que Marsden et Barratt, Rutherford et

[1] Voir la *Revue* du 30 août 1912, p. 639.

Geiger, Regener, etc., ont dénombré ces scintillations et recherché si la loi de leur répartition dans le temps était conforme aux lois du hasard. Cette question est d'un haut intérêt pour les théories de la radioactivité, et l'auteur s'est demandé si les modes de calcul ou de vérification utilisés par les physiciens précédents étaient entièrement corrects au point de vue mathématique. Son principal résultat est le suivant : il n'est pas indifférent de chercher simplement si l'expérience fournit la loi de répartition exponentielle bien connue dite loi du hasard, ou de pousser l'approximation plus loin en étudiant la loi des *fluctuations* entre l'expérience et la loi théorique. Certaines vérifications, au premier abord très bonnes, cessent de l'être à ce second point de vue.

EUGÈNE BLOCH,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

Roscoe (Sir H. E.) et **Schorlemmer** (C.), *F. R. S.* — **A Treatise on Chemistry.** *Volume II* : **The Metals.** 5e *édition.* — 1 *vol. in* 8° *de* 1.470 *pages avec* 211 *figures.* (*Prix cart.* : 37 *fr.* 50.) *Macmillan and Co. Londres*, 1913.

La publication de la 5e édition du magistral *Traité de Chimie* de Roscoe et Schorlemmer, que nous avons signalée il y a deux ans (*Revue* du 15 janvier 1912, p. 28), se continue aujourd'hui par le tome II, relatif aux métaux.

Dans une première partie, qui forme environ le sixième de l'ouvrage, les auteurs ont exposé un certain nombre de questions générales, comme la détermination des poids atomiques des métaux, leur valence, leur classification, la constitution et les propriétés des sels, des acides et des bases, les métaux colloïdaux, l'analyse spectrale et quelques notions de Cristallographie. Tout le reste du volume est consacré à la description systématique des métaux et de leurs dérivés, avec une abondante documentation bibliographique. Une place importante a été réservée aux éléments radio-actifs. La description des procédés métallurgiques a été également l'objet d'un soin spécial.

Mis au courant des dernières découvertes, cet ouvrage reste l'un des meilleurs traités didactiques qui aient paru sur la Chimie.

L. B.

Ariès (Lt-Colonel E.). — **Les faux Equilibres chimiques et la Thermodynamique classique.** — 1 *vol. in*-8° *de* 64 *pages* (*Prix* : 2 *fr.* 50). *Librairie Hermann. Paris*, 1913.

Les faux équilibres chimiques ont donné lieu à bien des discussions depuis que M. Duhem a essayé d'en fournir une théorie rationnelle en 1897. Cette théorie s'appuyait principalement sur les expériences de M. Pélabon, relatives aux conditions de formation de l'hydrogène sulfuré et de l'hydrogène sélénié. Aux températures suffisamment élevées, il existe un équilibre *unique*, que l'on parte des constituants qui se combinent ou du composé qui se dissocie; c'est à cet équilibre *réversible* que s'appliquent les lois habituelles de la Thermodynamique (lois de l'équilibre isotherme, du déplacement de l'équilibre avec la température, etc.). Aux températures plus basses, M. Pélabon a trouvé, dans les conditions spéciales où il s'est placé, un arrêt dans la combinaison, aussi bien que dans la décomposition, de sorte que les deux limites, atteintes par lui, ne se confondent plus, et qu'on ne peut pas les calculer à l'avance en prolongeant la courbe des équilibres réversibles. L'existence même des faux équilibres de Pélabon a été contestée par Bodenstein, qui ne les a pas constatés en se plaçant dans d'autres conditions expérimentales. On peut parfaitement admettre que les expériences de Pélabon ne sont pas strictement reproductibles sans se croire obligé pour cela de les rejeter sans discussion, d'autant plus qu'en pratique les faux équilibres se présentent en abondance : un mélange d'oxygène et d'hydrogène n'est assurément pas en équilibre thermodynamique à la température ordinaire; qu'on admette une immobilité chimique absolue, due à une espèce de frottement, ou qu'on suppose une vitesse de réaction imperceptible, le résultat mesurable est le même [1].

M. Ariès, adversaire décidé des faux équilibres, est d'avis que les expériences de Pélabon sont insuffisantes à démontrer l'existence des faux équilibres véritables; dans une discussion serrée, il s'efforce d'établir que les lignes limites indiquent des équilibres vrais, et que dans l'intervalle de ces lignes existerait un repos chimique rigoureux, insensible à des variations finies de température et de pression. Il est impossible de résumer, en quelques lignes, tous les arguments invoqués par l'auteur; son opuscule débute par un exposé et une critique intéressants des lois générales de la Thermodynamique applicables en Chimie; il insiste, avec raison, sur les difficultés qui se présentent quand, avec les seules ressources de la Thermochimie, on veut préciser, *a priori*, le caractère endothermique ou exothermique d'une réaction. Les personnes désireuses de se documenter à fond sur la question des faux équilibres devront lire l'ouvrage de M. Ariès; nous n'oserions affirmer cependant que l'auteur déterminera beaucoup de conversions chez les chimistes, dont le siège est fait depuis nombre d'années : les uns croyant volontiers au repos chimique absolu; les autres partisans de l'équilibre thermodynamique, vérifié aux hautes températures, idéal aux températures moins élevées, où il est d'ailleurs assez souvent réalisable à l'aide de piles ou de catalyseurs appropriés.

P.-TH. MULLER,
Professeur à l'Université de Nancy.

Herçay. — **Nettoyage, Détachage, Dégraissage, Blanchissage, Blanchiment.** — 1 *vol. in*-16 *de* 352 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 75.) *H. Desforges, éditeur. Paris*, 1913.

Après une courte introduction, l'auteur passe en revue, dans les quatre premiers chapitres, les agents détersifs dissolvants (solvants des corps gras, eau, glycérine), les agents émulsifs (alcalis, savons, saponines, fiel), les agents détersifs absorbants (argile, terre à foulon, etc.) et les agents détersifs réagissants (décolorants, oxydants, réducteurs, etc.). Chacun de ces chapitres comporte une série de recettes relatives à l'application des substances décrites.

Le reste de l'ouvrage est consacré au traitement des matières animales, végétales et minérales.

Le blanchissage du linge, le détachage et le nettoyage des tissus et des effets font l'objet d'un chapitre à part.

Une planche montre l'action des principaux solvants sur les taches produites sur les étoffes par diverses substances : peinture, vernis, poix, caoutchouc, cire, paraffine, coaltar, cambouis, résine, etc.

Il y a dans ce volume un très grand nombre de recettes, utiles non seulement pour l'industriel, mais encore susceptibles de rendre service à tout le monde. Quel plus bel éloge pourrait-on décerner à l'auteur?

E. TASSILLY,
Professeur agrégé de l'Ecole supérieure de Pharmacie.

Bertrand (G.) et **Thomas** (P.). — **Guide pour les manipulations de Chimie biologique** (*Deuxième édition*). — 1 *vol. in*-16 *de* XXVIII-466 *pages avec* 60 *figures.* (*Prix cart.* : 9 *fr.*). *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

La deuxième édition de ce guide suit de trop près la première pour que des modifications importantes aient pu être faites. Cependant, la Chimie biologique progresse avec une rapidité au moins égale à celle des autres branches de l'entendement humain. On conçoit

[1] Voir à ce sujet la discussion de M. Duhem, dans *Thermodynamique et Chimie*; 2e édition, 1910, p. 461-470.

donc que des modifications, des additions ont pu être apportées à un excellent livre, vieux de trois ans.

Ce sont principalement les chapitres traitant des matières protéiques et des diastases qui ont dû subir quelques changements, telles les notes sur la catalase, sur le ferment glycolytique du sang. Le chapitre consacré aux actions synthétiques doit être signalé; on y trouve décrites des manipulations rarement exposées dans les ouvrages de ce genre : étude expérimentale de l'assimilation chlorophyllienne, production d'aldéhyde formique dans les feuilles, fixation de l'azote par les bactéries.

Quant aux tables des données numériques, placées à la fin du volume, elles sont trop limitées pour être utiles et remplacer un agenda.

J.-P. Langlois,
Professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris.

Hubault (Paul), *Ancien Interne des Hôpitaux de Paris.* — **Les Coulisses de la Fraude : comment on nous empoisonne.** — 1 *vol. in*-12 *de* 420 *pages de l'Encyclopédie internationale d'Assistance, Prévoyance, Hygiène sociale et Démographie* (*Prix* : 4 *fr.*) *Giard et Brière, éditeurs. Paris*, 1913.

Voici un livre bien utile, bien fait, et qui vient à son heure. Non qu'il faille y chercher une étude exacte et savante de la fraude; l'auteur, qui réunit là des chroniques parues dans divers périodiques non scientifiques, s'adresse au grand public. Peut-être même faut-il regretter à ce sujet que M. Hubault se soit documenté parmi les descriptions de brevets, par exemple, où fourmillent des procédés inapplicables et inappliqués. Mais, peu importe : M. Hubault veut dénoncer le bluff de la répression des fraudes. Il le dénonce fort bien, avec de savoureux détails empruntés aux publications officielles elles-mêmes, avec une verve cinglante et vigoureuse.

L'auteur examine successivement chaque genre d'aliment et chaque genre de boisson (un appendice est réservé aux médicaments). Il cite les fraudes pratiquées dans chaque cas, en insistant sur les sophistications, en quelque sorte légales, que subissent les aliments depuis la singulière réglementation élaborée à grand fracas, il y a quelques années, laquelle se résume en ceci : on peut se permettre tous les petits tripatouillages utiles à la généralité des producteurs de denrées; il importe surtout de faire aller le commerce; la santé, l'intérêt des consommateurs importent beaucoup moins, ces derniers ne sachant pas s'organiser pour faire de l'action parlementaire! H. Rousset.

4° Sciences naturelles

Reclus (Onésime). — **Atlas de la plus grande France.** — 1 *vol. cont.* 160 *planches in*-4° *en couleurs*, 160 *pages de texte en* 20 *livraisons.* (*Prix* : 70 *fr.*, *broché*; 76 *fr. relié.*) *Attinger frères, éditeurs*, 2, *rue Antoine-Dubois. Paris*, 1914.

L'étude de chaque département comprend une carte en couleurs à échelles variables, différentes suivant l'étendue du département. Ces cartes, d'un dessin nouveau, très nettement dessinées, avec une orographie simplifiée, peut-être même trop simplifiée, permettent de saisir l'ensemble de chaque département, de se rendre compte des voies et communications. Mais nous insisterons peu sur les grandes cartes départementales, nécessairement peu originales. Les notices rédigées au revers méritent, par contre, de fixer l'attention. C'est une véritable monographie du département qui se trouve contenue dans cette page; les cartons qui l'illustrent sont tous intéressants. Pour tous les départements, nous trouvons un double graphique donnant la répartition de la population suivant les professions et la répartition du sol suivant la culture. Mais, pour rompre la monotonie, les autres cartons ne se ressemblent pas nécessairement : tantôt c'est une carte géologique, tantôt une carte agricole, tantôt enfin une carte météorologique.

Nous ferons un reproche à ces cartons : ils respectent trop fidèlement les frontières administratives. En géologie, surtout, il est toujours gênant de voir les formations géologiques s'arrêter brusquement à la limite du canton, les directions des grands plissements, des mouvements de terrains disparaître devant la ligne fictive administrative.

On peut objecter qu'il y aura toujours une limite infranchissable, celle du cadre qui entoure la carte, mais celle-ci est moins choquante parce qu'on la sait nécessaire.

Il faut, malgré ce léger reproche, être reconnaissant au maître géographe d'avoir donné à la géologie une part importante, dans sa monographie.

Les cartes régionales sont, elles aussi, strictement limitées aux contours arbitrairement choisis, mais il faut être indulgent pour cette conception, rendue nécessaire par les conditions mêmes de la publication, et reconnaître l'intérêt extrême que présentent ces groupements régionaux. A l'heure actuelle, un courant d'opinion tend à remanier l'œuvre révolutionnaire, tant au point de vue social qu'administratif; les syndicats reprennent la place délaissée des corporations, les provinces remplaceront peut-être demain les départements. La France est représentée par 16 régions, choisies le moins arbitrairement possible, c'est-à-dire en tenant compte des conditions historiques, de la configuration du sol, des frontières naturelles. L'étude de chacune de ces régions, de grandeur très inégale, comporte : 1° une carte physique; 2° une carte des productions du sol et du sous-sol; 3° une carte des industries de transformation, du commerce et des voies de communication.

Dix cartes générales permettent d'envisager l'ensemble de la production nationale et tout ce qui concerne ce que l'on appelle actuellement la géographie humaine : densité des populations, répartition des ressources, centres d'aviation, de T. S. F., de tourisme. Les fascicules parus jusqu'ici ne concernent que la Petite France, mais nous savons avec quel soin, nous pourrions dire avec quel amour le grand géographe O. Reclus a dressé les cartes de la plus grande France, et, dans ce numéro consacré au Maroc, nous sommes heureux de signaler les planches relatives à la Berbérie, cette grande France africaine qui s'étend des rives méditerranéennes au Congo.

J.-P. L.

Houard (C.), *Maître de Conférences à l'Université de Caen.* — **Les Zoocécidies des Plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée.** — 3 *vol. in*-8° *de* 1.560 *pages avec* 1.567 *figures dans le texte*, 3 *planches hors texte et* 8 *portraits.* (*Prix* : 45 *fr.*) *Librairie scientifique A. Hermann et fils. Paris*, 1908-1913.

Il a paru, ces derniers temps, le tome III de l'ouvrage remarquable de M. Houard sur les Zoocécidies : les deux premiers volumes, mis en librairie l'un en 1908, l'autre en 1909, n'ont pu passer inaperçus pour les personnes qui s'intéressent aux Sciences naturelles. En effet, en feuilletant seulement ce traité, le plus complet qui existe actuellement sur la question, on voit défiler un nombre considérable de figures (1.567 figures), la plupart originales, qui montrent toutes une des manifestations les plus curieuses de la vie : les déformations, les proliférations de tissus que peut entraîner la présence d'un parasite particulier (ver, acarien ou insecte) dans un organe quelconque d'une plante. Qui est sans avoir remarqué, par exemple, les nombreuses galles variées que l'on trouve sur les feuilles et les rameaux de chênes, de même que les multiples déformations des organes foliaires des saules?

Or, rien n'est plus passionnant que de pénétrer dans la biologie des *Gallicoles*, biologie connue pour certains d'entre eux, mais qui est encore pleine de mys-

lères pour beaucoup d'autres. C'est donc pour encourager et faciliter les recherches dans cette voie que M. Houard, depuis de nombreuses années, s'est attelé à la tâche, ardue et pleine de difficultés, de dresser la liste de toutes les galles (7.556 en 1912) signalées en Europe et sur le pourtour de la Méditerranée. Dans ce travail considérable, chaque cécidie est longuement décrite et est accompagnée, quand il est utile, d'une ou plusieurs figures très claires, qui, grâce à une légende très simple, permettent, à elles seules, dans bien des cas, d'identifier immédiatement les galles et par suite leurs producteurs.

Comme plan, M. Houard a adopté celui qui paraît le plus rationnel : les cécidies sont groupées par famille végétale, et, dans celle-ci, les genres voisins sont placés les uns à côté des autres, afin de faciliter des comparaisons très intéressantes entre les productions cécidogènes et leurs auteurs. Enfin, pour une espèce végétale donnée, les différentes galles sont classées en une sorte de tableau dans lequel, à droite de la page, est toujours indiquée la localisation de la galle [*acrocécidies* (dans les fruits, les fleurs et aux extrémités des tiges, des bourgeons) et *pleurocécidies* (dans les racines, les tiges ou les feuilles)], et à gauche le nom du producteur quand il est connu. De plus, outre sa description détaillée, on trouve la bibliographie la plus importante et la répartition géographique de la cécidie.

Au début de chaque famille, l'auteur donne « les caractères communs généraux des galles ou de leurs producteurs sur les différents genres ou sur l'ensemble des espèces d'un genre ». On a ainsi un résumé succinct des principales cécidies signalées pour la famille. De plus, dans ce même résumé, on trouve signalés les points sur lesquels les cécidologues et les biologistes doivent fixer plus spécialement leur observation. Ces points sont d'ailleurs fort nombreux, et il reste à déterminer un grand nombre d'animaux cécidogènes, que l'on n'a pas encore pu obtenir et dont on ne connaît que la famille ou même que les effets. Si on considère, par exemple, la famille des Composées, une des plus riches en productions cécidogènes, on constate que, dans le deuxième volume de l'ouvrage, plus de 200 galles sur les 700 signalées n'ont pas leur auteur connu spécifiquement. Dans le tome III (qui constitue uniquement un supplément des deux premiers volumes), on trouve bien l'état civil de 35 seulement de ces auteurs, mais sur 135 nouvelles cécidies signalées, il y en a une quarantaine dont il faut chercher les producteurs. De même, sur les érables, on rencontre de curieuses déformations foliaires engendrées par des Eriophyides non encore déterminés et qui avaient été autrefois confondus avec des champignons. On pourrait multiplier ainsi les exemples qui montrent combien vaste est le champ d'étude pour les entomologistes, les botanistes, les biologistes, les agriculteurs et les forestiers. Il ne faut pas oublier, en effet, que beaucoup de cécidies font partie du domaine de la Phytopathologie ; citons seulement les ravages que font, chez les horticulteurs, l'*Isosoma orchidearum*, les Heteroderas, etc.

Les deux premiers volumes de l'ouvrage de M. Houard forment un tout, en ce sens qu'à la fin du second on trouve d'une part un Index bibliographique qui complète heureusement ceux de De la Torre, Kieffer, etc. ; d'autre part, une table zoologique qui renferme toutes les espèces gallicoles, signalées jusqu'en 1909, sur les espèces végétales, données en une table botanique qui fait suite à la précédente.

Le tome III, qui constitue seulement, comme il a été dit plus haut, un supplément aux deux autres, comprend, outre toutes les galles signalées de 1909 à 1912, la liste, pour chaque famille, des gallicoles dont on ne connaissait auparavant que les productions et qui ont pu être déterminées ces dernières années. L'auteur, afin d'éviter des complications inutiles, suit dans ce supplément la même méthode que dans les volumes précédents.

Enfin, signalons que, pour faire tenir dans le minimum de place toute la matière de cet ouvrage considérable, il a fallu que M. Houard réalise un véritable tour de force, en employant des abréviations et des signes particuliers qui sont pour la plupart adoptés actuellement par les autres cécidologues dans leurs travaux.

P. Vayssière,
Chargé de mission à la
Station Entomologique de Paris.

Cathelin (F). — **La circulation du liquide céphalo-rachidien, avec applications à la thérapeutique.** — *1 vol. in-8° de 98 p., avec 9 schémas. Baillière et fils, édit. Paris*, 1913.

Dans sa préface, l'auteur rappelle l'historique des découvertes relatives à la circulation. Realdo Colombo, en 1555, découvre la circulation pulmonaire, entrevue par Michel Servet dès 1553 ; Cesalpin décrit la circulation veineuse en 1569 ; Harvey en 1628 expose dans son ensemble et d'une façon complète la doctrine de la circulation du sang. Malpighi étudie la circulation capillaire, Pecquet et Aselli la circulation veineuse, Cl. Bernard les circulations locales.

Il n'y avait donc plus, dit le Dr Cathelin, qu'une seule circulation à trouver : celle du liquide céphalo-rachidien, et il a eu le mérite, ajoute-t-il, de faire cette découverte.

Il avoue n'avoir pratiqué pour cela aucune expérience personnelle, mais il fait observer que le même reproche peut être fait à Darwin et Bichat, ce qui ne retire rien à la valeur de leurs travaux.

Il résume d'abord sa doctrine, puis décrit ce qu'il appelle les quatre chaînons du circulus : les glandes choroïdiennes ventriculaires, le réservoir sous-arachnoïdien, les capillaires frontières, les voies d'écoulement du liquide céphalo-rachidien veineux ou lymphatique. Puis il passe à l'étude des rapports du sang et du liquide céphalo-rachidien et termine par des considérations d'ordre clinique.

Il ne semble pas, malgré les arguments apportés avec talent dans cet ouvrage, que la circulation du liquide céphalo-rachidien doive être acceptée sans réserve. Il n'existe pas un système clos de vaisseaux, un circulus au sens propre du mot où passe en revenant à son point de départ un liquide homogène. Le flux et le reflux du liquide céphalo-rachidien, l'absence de courants à sens nettement définis, la lenteur ou même l'impossibilité du passage de certaines substances du liquide dans le sang, et réciproquement, vont à l'encontre de l'idée de circulation.

Nous ne saurions en aucune façon établir un parallèle entre la circulation du sang et les phénomènes observés pour le liquide céphalo-rachidien ; ils sont différents et méritent une désignation distincte.

D'ailleurs, cette critique a déjà été faite il y a plus de vingt-cinq ans par M. Sée à la conception de la circulation du liquide cérébro-spinal telle qu'elle ressortait des travaux de A. Key et Retzius. M. Sée se refusait à assimiler les faits observés par ces auteurs aux phénomènes de la circulation du sang, et sa manière de voir paraît encore justifiée à l'heure actuelle.

Il n'en est pas moins vrai que le Dr Cathelin défend son opinion avec des arguments intéressants ainsi qu'avec beaucoup de verve ; l'attention dans la lecture de ce livre ne demande aucun effort pour rester soutenue jusqu'à la fin.

Dr Jean Camus.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **P.-E. Gau**: Sur les transformations générales des systèmes différentiels. — M. **C. Armellini** : Un théorème général sur le problème des *n* corps. — M. **V. Valcovici** : Sur la résistance hydrodynamique dans le mouvement non uniforme. — M. **Ch. Rabut** a calculé les efforts développés par le retrait du ciment dans les constructions en béton armé. Sans être négligeables, ils n'ont pas l'importance prépondérante qu'on leur a quelquefois attribuée. — M. **Th. de Donder** : Interprétation cinématique du théorème de Poynting.

2° Sciences physiques. — M. **C. Gouy** montre qu'il n'est guère admissible, pour bien des raisons, que les courants verticaux soient absolument nuls dans la haute atmosphère. Si l'on estime que ces courants doivent renouveler l'air des couches supérieures plusieurs fois dans un siècle, l'action de la pesanteur sur la composition de l'air est trop lente pour produire des effets sensibles, sauf dans la région inaccessible où la pression est comparable à celle du vide de Crookes. — M. **Ph. Flajolet** communique les observations faites à l'Observatoire de Lyon pendant l'ouragan du 22 février 1913. La vitesse maximum du vent enregistrée a été de 41,6 mètres et des vitesses supérieures se sont certainement produites. — MM. **H. Deslandres** et **A. Perot** exposent un projet d'électro-aimant susceptible de donner un champ magnétique de 100.000 gauss. Il serait obtenu en portant au triple les dimensions de leur petit dispositif (décrit antérieurement) à refroidissement par une circulation de pétrole refrigéré et en employant une énergie de 2.160 kilowatts. — MM. **L. Benoist** et **H. Copaux** ont appliqué les lois de transparence de la matière aux rayons X à la fixation de quelques poids atomiques contestés. La transparence du Th n'est compatible qu'avec le poids atomique 232, et celle du cérium qu'avec le poids atomique 140,25. — M. **G. Claude** a reconnu que la puissance lumineuse des tubes au néon, à densité de courant égale, augmente à peu près comme les diamètres. Toutefois, les très petits et les très gros tubes sont désavantagés. — M. **B. Szilard** a réalisé un paratonnerre au radium, constitué par un paratonnerre ordinaire muni d'un disque garni de radium placé sous la pointe. L'intensité du courant constamment transmis par ce dispositif est de l'ordre de 10^{-7} ampère, alors que le courant transmis par l'air à l'état normal est de 10^{-16} ampère. — M. **H. Parodi** décrit une disposition de bagues ou de balais pouvant remplacer le collecteur dans les dynamos électriques. — MM. **E. Rothé** et **R. Clarté** ont étudié l'influence de l'état de l'atmosphère sur la propagation et la réception des ondes hertziennes. Le temps sec paraît défavorable; la pluie ne gêne pas, malgré le mauvais isolement de l'antenne qui en résulte. Les différences de réception entre le jour et la nuit varient suivant le mois de l'année. — MM. **P. Sabatier** et **L. Espil** ont étudié la réduction du protoxyde de nickel par l'hydrogène. La réduction est sensiblement proportionnelle à la vitesse de l'H; la vitesse de réduction est une fonction exponentielle de la température. Il existe un palier dans cette réduction, explicable par la production d'un sous-oxyde, probablement Ni^4O, lentement réductible par H aux mêmes températures que le protoxyde. — Mme **N. Demassieux** a étudié l'équilibre entre $PbCl^2$ et NaCl en solution aqueuse; à aucune température, ces deux sels ne forment de combinaison entre eux. — M. **L. Guillet** a constaté que certains alliages Cu-Ni-Al présentent des propriétés exceptionnelles, en particulier au point de vue de la dureté et de la résilience. — M. **R. Lespieau** montre qu'on peut passer des éthers diméthyliques des glycols acétyléniques à ces glycols par déméthylation, en fixant d'abord deux atomes de Br sur les triples liaisons, puis déméthylant par HBr. Des bromures obtenus, on passe aux acétines, puis par saponification aux glycols bromés, qui sont réduits par la poudre de Zn en présence d'alcool. — M. **H. Gault** a reconnu que l'éther oxalacétique se lactonise progressivement à la longue, et sous l'action de la chaleur ou de certains corps, en lactone oxalocitrique, qui l'accompagne toujours comme impureté. — M. **G. Dupont** a séparé le di-p-tolylbutinediol symétrique, par lévigation répétée à l'éther froid, en ses deux isomères, l'un F. 173° en petits prismes clinorhombiques avec antihémiédrie, l'autre F. 127° en longs prismes tricliniques. Le di p-méthoxyphénylbutinediol sym. donne également deux isomères. — M. **P. Brenans** décrit un certain nombre de composés iodés obtenus avec l'orthonitraniline et l'acide orthonitrosulfanilique. — M. **E.-E. Blaise** a constaté que le dipropionyléthane, chauffé avec KOH alcoolique, se transforme facilement en méthyléthylcyclopenténone. Cette réaction de cyclisation paraît applicable à toutes les dicétones acycliques-1 : 4 non méthylées, à l'exception de l'acétonylacétone. — M. **C. Gaudefroy** a étudié les figures de déshydratation du ferrocyanure de K. Elles possèdent des secteurs biréfringents produits par un état de tension interne survenu pendant la croissance. — M. **E. Voisenet** a trouvé dans les eaux un ferment qui déshydrate la glycérine en propanolal et acroléine.

3° Sciences naturelles. — M. **J.-M. Lahy** a reconnu l'existence d'un rapport direct entre l'augmentation de la pression du sang, la diminution du temps de réaction et la production du travailleur. — M. **Marage** expose un procédé de traitement du bégaiement, consistant à montrer aux bègues leurs défauts sur une photographie des vibrations de leur voix et de la voix normale. — M. **L. Lapicque** montre que l'économie d'aliments réalisable par l'élévation de la température extérieure ne résulte pas d'une nutrition par la chaleur, mais d'une diminution des pertes de chaleur. — M. **L. Matruchot** a reconnu que le *Tricholoma nudum*, cultivé en cave, à l'obscurité, à 11°, dans une atmosphère normalement hygrométrique, végète aussi vigoureusement que dans la nature; il garde la propriété de fructifier et acquiert même celle de fructifier en toute saison. — M. **G. de Gironcourt** a trouvé dans le lait des Touareg: le *Bacillus lacticus* Pasteur, un streptobacille très actif dans la coagulation du lait, une levure blanche du genre *Saccharomyces* et une mucédinée du genre *Penicillium*. — M. **P. Bertrand** a reconnu sur des échantillons de *Corynepteris coralloides* des caractères singuliers identiques à ceux qu'il a décrits chez les *Zygopteris*, en particulier l'existence de deux plans de symétrie à angle droit dans le rachis primaire. — M. **C.-A. Ktenas** a étudié les phénomènes métamorphiques à l'île de Seriphos (Archipel). Il y a trouvé des gneiss, du marbre, de la dolomie, des cornéennes et des roches à ilvaïte, des kalkgneiss qui ont subi un métamorphisme complet de la part du granite. — M. **E. Bénévent** montre que les encoches parfois nombreuses qui entament la barre du verrou glaciaire sont dues au travail des eaux sous-glaciaires. — MM. **E.-A. Martel** conclut des résultats de l'exploration de la grotte de Saint-Béat, au-dessus du lac de Thoune, à l'inexactitude absolue de la théorie allemande de l'eau de fond des calcaires. — M. **de Montessus de Ballore** a soumis à

une critique rigoureuse 111 observations de phénomènes lumineux ayant accompagné le tremblement de terre de la Haute Alb, le 16 novembre 1911. Ces phénomènes peuvent tous être rapportés à des chutes de bolides et d'étoiles filantes, et leur coïncidence avec le séisme est toute fortuite.

Séance du 16 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. C. **Guichard** : Sur les réseaux et les congruences asymptotiques. — M. W. **Blaschke** : Evaluation des intégrales doubles des fonctions convexes. — M. R. **Jentzsch** : Sur l'extension d'un théorème de Laguerre. — M. H. **Frossard** étudie le problème général de l'écoulement d'un fluide sous pression avec ou sans attaque dans un capsulisme dont les dimensions vont de 0 à l'infini. Il explique par ce moyen la formation de la voix chuchotée.—MM. J. **Guillaume**, F. **Courty** et H. **Bourget** envoient leurs observations de l'éclipse partielle de Lune du 11-12 mars, faites respectivement aux Observatoires de Lyon, Bordeaux et Marseille. — M. Ch. **Lallemand** estime que l'adoption du cadran de vingt-quatre heures, sans apporter d'avantages sérieux, ne ferait que rendre moins commode la lecture des heures et moins précise celle des minutes.

2° Sciences physiques. — M. Ph. **Flajolet** communique l'enregistrement des perturbations de la déclinaison magnétique à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1913. Il y a augmentation d'intensité par rapport au trimestre précédent. — MM. Léon et Eug. **Bloch** donnent les mesures des raies des spectres d'étincelle du cobalt et du nickel dans l'ultra-violet extrême. — M. J. **de Kowalski**, en produisant une décharge lumineuse sans électrode dans la vapeur du mercure, du cadmium et du zinc, a pu observer tous les spectres de ces métaux, et même en trouver un nouveau dont la richesse en lignes est bien supérieure aux autres. — M. E.-L. **Dupuy** a étudié par la méthode de Faraday la variation de la susceptibilité magnétique de quelques alliages de métaux faiblement magnétiques. La susceptibilité varie linéairement lorsqu'il y a simple mélange des deux constituants; la variation se produit suivant une courbe quelconque lorsqu'il y a solution solide. — M. J. **Bancelin** a mesuré en valeur absolue la quantité de matière adsorbée au contact de lames de verre plongées dans des solutions de matières colorantes, puis de chlorure de sodium. La quantité adsorbée varie à peu près proportionnellement à la concentration des solutions. — M. A. **Colani** a préparé le métaphosphate ferreux $Fe(PO^3)^2$ par la méthode d'Hautefeuille et Margottet; poudre blanche, mal cristallisée, agissant sur la lumière polarisée. Les essais d'obtention du métaphosphate chromeux ont échoué. — M. J. **Timmermans** a déterminé le poids du litre normal de propane gazeux. La moyenne de dix-sept observations donne 2,01955. — MM. P. **Sabatier** et M. **Murat** ont reconnu que l'hydrogénation directe sur le nickel des acétones diaryliques (benzophénone et homologues) et des alcools aryliques ou polyaryliques les transforme en hydrocarbures di-, mono- ou poly-aryliques correspondants. — MM. A. **Haller** et J. **Louvrier**, en traitant le camphre par l'amidure de sodium, puis par un iodure d'alcoyle, ont préparé à l'état pur les dérivés monoalcoylés, puis les dérivés diacoylés, symétriques et non symétriques, du camphre, et par réduction les dérivés correspondants du camphol. Seuls les monoalcoylcamphres sont susceptibles de donner naissance à des oximes.

3° Sciences naturelles. — M. G. **Kimpflin** a étudié les lois de la croissance physique des enfants et adolescents au Collège de Normandie. Le rythme de la croissance se divise en deux parties : celle qui s'étend de onze à quatorze ans, pendant laquelle le développement en longueur l'emporte, et celle qui va de quatorze à seize ans pendant laquelle l'augmentation de poids domine. — M. et Mme L. **Lapicque** et M. R. **Legendre** ont observé, sous l'influence d'agents très divers : chloroforme, éther, cocaïne, strychnine, etc., une altération de la gaine de myéline des fibres nerveuses et parallèlement un changement systématique de leur excitabilité. — M. A. **Magnan** montre que les Palmipèdes marins possèdent, de tous les Oiseaux, la plus grande envergure relative; ils possèdent presque aussi l'aile la plus étroite. Leur surface alaire est très grande, moins cependant que celle des Rapaces. Leur queue est considérablement raccourcie. La longueur totale est à peu près la même que celle des Rapaces, malgré le raccourcissement de la queue. Enfin le rapport de l'envergure à la largeur de l'aile est plus grand. — MM. A. **Laveran** et G. **Franchini** sont parvenus à infecter constamment la souris au moyen des Flagellés de la puce du rat, par la voie digestive. Celle ci est certainement la voie principale, sinon exclusive, de pénétration des parasites chez le rat. — M. L. **Léger** a trouvé chez la truite un nouveau protiste vivant en parasite dans des kystes blancs à la surface des branchies; il le nomme *Dermocystidium branchialis*; il ne paraît pas occasionner de troubles graves. — M. Edg. **Hérouard** signale une différence de développement de la larve poedogénésique chez les *Chrysaora* de la Méditerranée et de la Manche. Chez la première, on constate une tendance palingénésique; la larve apparaît comme une forme pélagique. Chez la seconde, au contraire, la larve ne présente plus de stade pélagique; son développement est cœnogénésique par rapport au précédent. — M. A. **Lucet** a étudié l'évolution de l'*Hypoderma bovis*. Sous le climat de Paris, les larves abandonnent les animaux surtout en mai et juin; leur passage à l'état de pupes s'effectue à la surface du sol; la durée de la nymphose est de trente à trente-cinq jours en moyenne; l'éclosion des imagos a lieu à toute heure du jour. — M. M. **Dubard**, se basant sur le parallélisme étroit des Mimusopées et des Sidéroxylées, met en lumière l'hétérogénéité de l'ancien genre *Mimusops* et le démembre en une série de genres homologues de certains genres de Sidéroxylées. — M. J. **Beauverie** montre que le champignon de couche (*Psalliota campestris*) possède un chondriome aussi riche que les gemmules des Graminées. — M. Ch. **Richet** a reconnu qu'un ferment lactique qui a vécu dans un milieu additionné d'une substance différente de son milieu normal s'habitue en quelques jours à cette substance, de sorte que, dans les liqueurs additionnées de cette substance anormale, il pousse plus intensivement que le ferment non habitué. Parmi les corps étudiés, l'accoutumance semble être maximale pour l'arsenic. Le ferment adapté à une substance anormale reprend très vite, sur du lait normal, ses propriétés ordinaires. — M. J. **Deprat** signale la présence du Rhétien marin avec charbon gras sur la bordure occidentale du delta du Fleuve rouge (Tonkin). — M. P. **Fallot** a mis en évidence, dans l'ouest de la Sierra de Majorque : un plissement du substratum de la masse en recouvrement, d'âge postjurassique et antéburdigalien, une émersion postbarrémienne et antéalbienne dans la masse charriée, une émersion antéoligocène importante de tout l'ensemble examiné, un charriage de la nappe, d'âge postburdigalien, et des ondulations transversales contemporaines ou postérieures.

Séance du 23 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Godeaux** : Sur les involutions n'ayant qu'un nombre fini de points unis, appartenant à une surface algébrique. — M. **Gunther** : Sur une théorie générale des systèmes d'équations aux dérivées partielles. — M. E. **Baticle** : Sur les équations aux dérivées partielles de l'équilibre limite d'un massif sablonneux compris entre deux surfaces à profil rectiligne, l'une face postérieure d'un mur de soutènement, l'autre surface supérieure libre du massif.

2° Sciences physiques. — MM. L. **Benoist** et H. **Copaux**, en appliquant les lois de transparence de la ma-

tière aux rayons X à la fixation du poids atomique du glucinium, ont obtenu pour ce dernier la valeur 9,1, qui cadre avec la classification périodique. — M. G. **Claude** a déterminé l'absorption de H, He, Ne et Az par le charbon aux très basses températures. Celle de l'H est tout à fait anormale et déroge entièrement à la règle déduite de l'aptitude à la liquéfaction, puisqu'elle est énormément supérieure à celle du néon. — M. A. **Leduc** a déterminé la densité du néon très pur; elle est égale à 0,695, valeur supérieure à celle de Ramsay et Travers. La masse atomique du néon est exactement 20 fois celle de l'H, soit 20,15 pour O = 16. — MM. J. **Bielecki** et V. **Henri** ont étudié quantitativement la tautomérie de l'acide acétylacétique au moyen de l'absorption des rayons ultra-violets. La forme tautomère de l'acétylacétate d'éthyle est une forme céto-éthylénique; la proportion de cette forme dans l'eau est de 0,7 °/₀, dans l'alcool de 14 °/₀, dans l'hexane de 70 °/₀. — MM. **Ch. Moureu** et **Ad. Lepape** signalent l'étroite analogie de composition entre l'azote brut (azote + gaz rares) des grisous ou autres gaz combustibles naturels et celui des gaz thermaux. Elle doit tenir à une communauté d'origine; c'est une partie de l'atmosphère gazeuse primitive de la planète, restée emprisonnée ou occluse dans les roches de l'écorce au moment de leur solidification. — MM. **L. Moreau** et **E. Vinet** décrivent une méthode de dosage de traces d'arsenic de l'ordre du millième de milligramme, basée sur la réaction de AsH^3 avec le nitrate d'argent qui donne un dépôt d'argent qu'on peut observer dans un tube sous forme d'un anneau adhérent. — M. **R. de Forcrand** a déterminé la chaleur de formation du tétroxyde de potassium; elle est de 133,74 cal. à partir de K et de 46,94 cal. à partir de K^2O. Ces valeurs sont plus faibles que les valeurs correspondantes obtenues pour le cæsium. — M. **A. Joannis** attribue au potassium-carbonyle la formule K.CO.CO.K, car il donne par l'action ménagée de l'eau du glycolate de potassium $CH^2OH.COOK$. — M. **M.-Z. Iovitchitch** a constaté que l'hydrate de chrome pur exposé à l'air absorbe CO^2 jusqu'à formation de monocarbonate chromique $[Cr^2(OH)^5]^2CO^3 + 8H^2O$. — M. **F. Bidet** a reconnu que l'amylamine normale, l'isoamylamine et l'isobutylamine se combinent à froid avec la vapeur d'eau de l'atmosphère en formant des hydrates bien cristallisés, fusibles au-dessous de 100° et remarquables par leur tension de vapeur très prononcée, même au-dessous de leur point de fusion. — MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel** ont réalisé la synthèse biochimique, au moyen de l'émulsine, du monoglucoside β du glycol, $[\alpha]^D = -30°,55$. — MM. **A. Haller** et **Ed. Bauer** ont préparé une série de cétones allylées dérivées des alkylacétophénones et de la pinacoline par l'action de l'iodure d'allyle en présence de l'amidure de sodium. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** ont reconnu que l'oxyde manganeux MnO est un catalyseur de premier ordre vis-à-vis des acides, d'un prix très modique et d'une conservation presque indéfinie. Par son moyen, ils ont préparé un grand nombre d'acétones symétriques ou mixtes. — M. **A. Blanchet** a observé que la lipodiastase contenue dans le cytoplasma des graines de ricin agit sur l'huile pour la saponifier non seulement à 0°, mais encore à des températures inférieures. Son activité diminue progressivement avec la température, mais ne s'annule qu'au-dessous de —5°. — MM. **F. Jadin** et **A. Astruc** ont reconnu que les eaux minérales de la région des Vosges ne possèdent pas exactement la même teneur en manganèse dans tout le massif; celle-ci semble être en relation avec la quantité de fer qu'elles contiennent. Le dosage facile du Mn pourrait servir à l'identification de certaines eaux minérales.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Calmette** et **A. Mézie** ont étudié depuis 1911 les effets d'injections répétées, à doses progressivement croissantes, de venin de *Crotalus adamanteus* sur l'épilepsie essentielle. Ce venin a presque toujours une action utile; l'action paraît d'autant plus prononcée que les malades sont plus jeunes. Les crises sont arrêtées dans leur progression ou accélérées dans leur diminution. — M. **Th. Mironescu** a recherché l'action de quelques substances pharmaceutiques sur le développement du cancer expérimental. Le néosalvarsan, suivant la dose, a empêché le développement du cancer ou provoqué la formation de nombreuses métastases; le sulfate de quinine a arrêté la croissance du cancer. — M. **H. Coutière** a constaté que le nerf du tubercule oculaire des Crustacés podophtalmes traverse la masse du ganglion ophtalmique sans rien lui emprunter, de sorte que son origine réelle est cérébroïde. — M. **P. Benoit** a étudié la formation du gonophore chez le *Tubularia indivisa*. Il met en évidence l'origine endodermique du noyau médusaire; les cellules génitales se forment dans le glockenkern aux dépens de l'épithélium externe du manubrium qui est endodermique. — M. **P. Collin** a étudié les formes d'involution d'un infusoire cilié, la *Chromidina elegans*, dans le rein de la *Sepia elegans*. — M. **J.-L. Vidal** a reconnu que les vignes taillées tardivement, bourgeonnées tard, développent l'appareil assimilateur comparativement à la construction ligneuse et fixent, par unité de temps, une quantité plus grande d'hydrates de carbone. — M. **L. Cavel** a remarqué que l'air en mouvement, passant sur un lit bactérien arrosé par des becs pulvérisateurs, se charge de microbes qui sont entraînés dans l'atmosphère. — M. **A. Lacroix** résume ses travaux sur les latérites de Guinée. L'altération atmosphérique des roches silicatées alumineuses de la Guinée conduit à un terme unique au point de vue chimique, caractérisé par l'élimination des alcalis, de la chaux, de la magnésie et de la silice de la roche initiale, et par la persistance d'hydrates d'alumine et de fer, accompagnés par une petite quantité d'acide titanique. Dans la latérite ainsi définie, on peut distinguer deux zones superposées : la zone de départ, caractérisée par la persistance de la structure de la roche originelle, et la zone de concrétion, où la structure originelle a disparu. — M. **C.-A. Ktenas** a reconnu dans les îles qui entourent Seriphos un horizon qui est la continuation immédiate vers le haut de la couche la plus récente de cette île. Il existe une analogie de nature des éruptions granitiques dans la partie nord du massif cristallophyllien de la Grèce sud-orientale. — M. **P. Durandin**, en combinant les indices minéralogiques, tirés de l'existence des minéraux connexes au pétrole, avec les indices toponymiques, prévoit l'existence possible de gisements pétrolifères dans certains districts de l'Indo-Chine française. — M. **Marage** a fait déterminer par des sourciers le moment où un courant d'eau intermittent passe dans une conduite cylindrique ou hémi-cylindrique. Le nombre des insuccès a toujours été supérieur à celui des réussites.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Mars 1914.

MM. **Simond** et **M. Arthus** sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Médecine.

M. **Pamard** donne quelques renseignements sur l'épidémie de fièvre typhoïde d'Avignon en 1912. Elle a débuté brusquement et avec une grande intensité à la fin de juillet, par suite de la diffusion de germes pathogènes dans le réseau des canalisations municipales. Aucune des personnes vaccinées par le vaccin de Vincent n'a contracté la maladie. — M. **P. Delbet** signale la possibilité de faire des greffes en caoutchouc persistant dans l'organisme. C'est ainsi qu'il a employé une mince feuille de caoutchouc comme organe de glissement entre un os et un tendon, et une feuille épaisse pour refaire la paroi abdominale effondrée après une énorme hernie du gros intestin.

Séance du 17 Mars 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **Andouard**, associé national.

MM. H. **Hallopeau** et E. **François-Dainville** ont observé un cas de maladie de Dercum de longue durée (vingt-huit ans). Les centres encéphaliques y fonctionnent intégralement. Cette maladie peut se traduire concurremment par des infiltrations massives, des lésions nodulaires et des lésions globaires; ses altérations sont remarquablement symétriques. Les tumeurs adipeuses multiples peuvent coïncider avec la maigreur des parties non atteintes; il n'y a donc point d'adipose généralisée, mais bien des dépôts adipeux multiples. — M. E. **Maurel** a reconnu que le chlorhydrate d'émétine, à des doses thérapeutiques, possède des propriétés hémostatiques, décongestives, antiphlogistiques, antithermiques et peut-être abortives que la clinique avait trouvées à l'ipéca. A la condition d'élever les doses, les expériences ont aussi fait constater son action sur la diminution de la sensibilité et sur la résolution musculaire. Ces propriétés de l'émétine s'expliquent nettement par son action sur les éléments anatomiques et principalement ceux sur lesquels elle a une action élective. Ces expériences confirment les lois de Claude Bernard. — M. L. **Picqué** signale un cas de torticolis congénital chez une femme, accompagné d'un arrêt de développement du faisceau sternal et d'une asymétrie de la face dépendant d'une atrophie du squelette. Le torticolis a été traité avec succès par la résection du muscle.

Séance du 17 Mars 1914.

MM. L. **Landouzy** et R. **Debré** décrivent le cas d'un malade ayant succombé à une suppuration hépatique consécutive à une dysenterie amibienne. Or ce malade n'avait jamais quitté la France et avait dû être contaminé par un porteur de germes amibiens. Ceux-ci paraissent devoir être plus fréquents qu'on ne le pense parmi les coloniaux rentrés en France, et leur examen médical s'imposerait au moment de leur retour. — M. Alb. **Robin** a constaté que le rapport de l'azote urique et de l'azote purique à l'azote total croît sensiblement chez les cancéreux; il en est de même pour la totalité de l'azote xantho-urique. La quantité des corps puriques est fréquemment plus élevée que celle de l'acide urique, ce qui est probablement en rapport avec une diminution des diastases uricopoïétiques. Le fait même du cancer n'exerce aucune influence directe sur les variations urinaires du résidu total, des résidus organique et inorganique, de l'azote total et de l'urée. De même que dans tous les états aboutissant à la cachexie, ces éléments diminuent au fur et à mesure que la maladie s'aggrave. Cependant, dans les périodes initiales du cancer du foie, la présence du néoplasme exerce au moins passagèrement quelque action stimulante sur la fonction uréogénique de l'organe. — M. le Dr **Mignon** signale comme complication grave de l'appendicite la congestion péritonéale. Le traitement de cette complication doit se réduire à l'enveloppement du ventre avec des vessies de glace, sans intervention chirurgicale, qui sera remise à plus tard, après l'orage.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Mars 1914.

MM. **Jouan** et **Staub** ont constaté que le plasma d'oiseau est toujours gélifié en quelques heures soit par dilution avec un égal volume d'eau distillée, soit par addition de faibles quantités d'acides variés. — M. **Petzetakis** montre que la compression oculaire, par l'intermédaire du pneumogastrique, provoque des troubles de la conductibilité auriculo-ventriculaire chez l'homme. — M. Cl. **Gautier** a reconnu que les convulsions déterminées par l'indol chez la grenouille sont sous la dépendance du système nerveux central, principalement du bulbe, accessoirement de la moelle. — MM. L. **Hugounenq** et A. **Morel** décrivent les perfectionnements qu'ils ont apportés à la technique du dosage de l'urée dans le sang et les liquides de l'économie animale à l'état de dixanthylurée. — M. Et. **Burnet** a recherché le bacille bovin dans soixante-douze cas de tuberculose extra-pulmonaire chez l'homme et ne l'a trouvé dans aucun cas; ce fait s'explique parce que tous les sujets vivaient à Paris, où la contagion d'homme à homme est très intense. — MM. Ed. **Retterer** et F. de **Fénis** montrent que le stylet uro-patagiaire est un segment squelettique qui, du moins chez l'adulte jeune, est indépendant du calcanéum. Avec l'âge, son axe s'ossifie aux dépens des cellules cartilagineuses et son extrémité proximale est unie par amphiarthrose à la face interne du calcanéum. — Mme F. **Moreau** a retrouvé les mitochondries chez un grand nombre d'Urédinées. Le chondriome des téleutospores et des écidiospores a un caractère presque exclusivement granuleux. — M. C. **Bidault** a retiré des cultures d'un paratyphique B, isolé d'un pâté de porc ayant déterminé des symptômes d'empoisonnement chez les consommateurs, une endotoxine d'une grande activité. — MM. H. **Hérissey** et A. **Aubry** ont réalisé la synthèse biochimique de l'éthyl-*d*-galactoside-α, F. 142°, $[\alpha]_D = +185°$, 5. — M. L. G. **Seurat** a trouvé chez une buse un Spiroptère nouveau, qu'il décrit sous le nom d'*Habronema mansioni*. — MM. E. **Zunz** et P. **György** ont constaté que divers acides aminés et peptides accélèrent, en quantités relativement faibles, le début et l'achèvement de la coagulation du plasma oxalaté recalcifié. — M. R. **Legendre** présente un dispositif pour l'examen microscopique des nerfs vivants ayant leurs connexions anatomiques intactes et leur fonctionnement normal. — M. D. **Keilin** signale l'existence de larves xylophages chez un Psychodide, le *Trichomya urbica*. Les Psychodides présentent donc deux types de larves adaptées à deux conditions de vie tout à fait différentes : les unes aquatiques, les autres xylophages. — M. P. **György** a reconnu que la teneur du sang total en Az aminé : 1° ne varie pas beaucoup chez le chien à jeun; 2° s'accroît après la saignée; 3° n'est pas sensiblement modifiée par l'ingestion de pommes de terre; 4° augmente notablement au cours de la digestion d'un repas de viande. — MM. **Biscons** et **Rouzaud** ont observé une diminution de la fragilité globulaire au cours de la cure hydrominérale de Vichy. — M. E. **Maurel** a constaté qu'au fur et à mesure qu'un animal s'enrichit en corps gras, il s'appauvrit en eau et réciproquement. Le total de l'eau et des corps gras d'un organisme se rapproche de 80 °/₀ du poids total. — MM. H. **Chabanier** et E. **Sa** montrent que la glycosurie phloridzique relève d'un abaissement du seuil d'excrétion du glucose. — M. A. **Fournier** décrit une nouvelle méthode de dosage des acides lipoïques dans le sang. — M. E. F. **Terroine** estime que les opérations nouvelles ajoutées par M. Fournier à la méthode de Kumagawa-Suto-Shimidzu l'alourdissent sans élever la précision du résultat. — M A. **Vernes** présente un distributeur automatique de liquides, d'un emploi commode pour la réaction de Wassermann.

M. Cl. **Regaud** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 21 Mars 1914.

M. Cl. **Gautier** a observé que l'extrait aqueux ou alcoolique de poudre de racine d'ellébore noir rend incoagulable le sang de grenouille *in vivo* et *in vitro*.

M. S. **Basseches** a constaté que le virus paratyphique B subit, par suite de la sensibilisation, une atténuation de virulence qui est de plus de 100 fois par rapport au virus non sensibilisé. Le vaccin antiparatyphique B sensibilisé protège contre plusieurs — jusqu'à 50 — doses mortelles de virus paratyphique. — MM. Edm. **Sergent** et H. **Foley** ont transmis la fièvre récurrente au singe par dépôt sur les muqueuses intactes de produits de broyage de poux prélevés sur un spirillaire, mais n'ont pas réussi avec l'homme. — — Mlle S. **Dejust** a reconnu que le sérum de chienne non gravide ne donne pas de produits dialysables

décelables par la ninhydrine. Le sérum de chienne gravide décompose le placenta de femme de la même façon que le sérum de femme gravide, et *vice versa*. — M. C. **Levaditi** montre que deux processus au moins président à la destruction de la cellule nerveuse : la *neuronophagie*, phénomène essentiellement phagocytaire, et la *neurathrepsie*, phénomène trophique, sans nul rapport apparent avec la vraie phagocytose. — MM. C. **Levaditi** et St. **Mutermilch** montrent que certaines cellules (éléments conjonctifs de la rate), provenant d'organismes qui jouissent d'une immunité antitoxique active, résistent *in vitro* à la toxine. Il s'agit d'un état réfractaire qui leur est propre et qui paraît indépendant de l'antitoxine circulante. — M. M. **Aynaud** a étudié la composition chimique des globulins. Ils renferment une quantité relativement élevée de substances solubles dans les solvants des graisses et, d'autre part, du phosphore. — MM. A. **Netter** et H. **Durand** ont reconnu que la sensibilité des méninges aux injections répétées de sérum humain décroît à mesure de la répétition des injections. — M. E. **Guyénot** montre la nécessité de réaliser un milieu nutritif défini pour l'étude biologique de la mouche *Drosophila ampelophila*. — MM. **Leredde** et **Rubinstein** recommandent de pratiquer la réaction de fixation aussi bien à la température de l'étuve qu'à celle de la glacière ; dans la grande majorité des cas, la réaction à froid donne une plus grande valeur aux réactions faibles obtenues à chaud. — MM. Ed. **Retterer** et F. de **Fénis** ont reconnu que l'histogenèse du stylet uro-patagiaire, tout en se faisant plus tardivement, est la même que celle des autres segments du pied : il apparaît dans l'uro-patagium à l'état d'une traînée de cellules conjonctives serrées et à cytoplasma commun (ébauche squelettogène), puis il devient cartilagineux et souvent osseux. — M. I. **Thulin** a trouvé que les muscles oculaires de l'homme et des singes se distinguent par la présence de fibres musculaires spéciales de trois espèces différentes : fibres dont les colonnettes sont disposées en fascicules, fibres avec un sarcoplasme abondant et fibres d'une fibrillation spirale ou en partie concentrique. — M. R. **Dujarric de la Rivière** a découvert une Coccidie nouvelle vivant en parasite dans l'estomac de la perche, qu'il décrit sous le nom de *Coccidium percae*. — MM. A. **Mayer**, F. **Rathery**, G. **Schaeffer** et E. F. **Terroine** montrent qu'il est parfaitement possible d'obtenir le « foie gras » d'oie par le simple gavage sans intervention simultanée d'aucune substance toxique, mais seulement chez les individus jeunes. Ce phénomène n'a pas pour cause une dégénérescence primitive du tissu ; il est consécutif à la surcharge graisseuse de l'organisme tout entier. Les corps gras formés ne sont pas des lécithines, mais des graisses neutres. — M. **Petzetakis** a étudié le réflexe oculo-cardiaque à l'état normal. Le ralentissement du rythme cardiaque obtenu est très variable ; il est généralement plus grand par la compression de l'œil droit. — M. P. **Girard** rejette l'hypothèse d'une imbibition intervenant comme facteur actif dans les échanges liquides entre les globules du sang et leur milieu. — M. M. **Langeron** recommande l'emploi du peroxyde de benzol comme colorant en hématologie coloniale.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 3 Mars 1914.

MM. P. **Balard** et J. **Sidaine** ont déterminé comparativement les valeurs de la tension artérielle au membre supérieur et au membre inférieur; le poignet constitue la région élective de l'exploration sphygmomanométrique. — M. **Lafite-Dupont** a constaté que l'excitation mécanique des canaux semi-circulaires provoque chez les Poissons cartilagineux des mouvements conjugués des yeux systématisés, synchrones à l'excitant et cessant avec lui.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE LILLE

Séance du 14 Mars 1914.

M. F. **Curtis** décrit un procédé permettant de réaliser sur lamelles de sang la réaction de l'indophénol et d'obtenir des préparations relativement durables.— MM. L. **Boulet** et C. **Huchard** ont reconnu que le kinkélibah possède des propriétés cholagogues irrégulières et une action diurétique plus régulière sans être très prononcée. — M. E. **Doumer** présente un chargeur et déchargeur de condensateur.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 17 Mars 1914.

M. Ch. **Livon** a cherché à préparer un sérum hypophysotoxique en injectant dans le péritoine du lapin des hypophyses de cobaye. Le sérum obtenu, tout en tuant quelques petits cobayes après arrêt de développement, n'était pas hypophysotoxique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Mars 1914.

M. E. **Doumer** : *Ionisation de l'eau dans les dissolutions de sulfate de cuivre.* Lorsqu'on électrolyse des dissolutions de sulfate de cuivre très pur dans de l'eau distillée, en prenant bien soin d'éviter le mélange mécanique des parties de la liqueur qui entourent les électrodes, on observe que toujours, quelle que soit la densité du courant, *le liquide qui baigne l'électrode négative devient acide*, et que la lame de cuivre qui constitue l'électrode positive se *recouvre d'une couche très nette* d'oxyde de cuivre. L'auteur explique ce phénomène par l'existence, dans la liqueur, d'ions $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{OH}$ provenant de l'eau mélangée aux ions Cu et SO^4. Les ions H transportés au pôle (—) et venant s'y polymériser se substituent au Cu des molécules SO^4Cu, libèrent du cuivre qui se dépose sur l'électrode et donnent naissance à de l'acide sulfurique SO^4H^2. Le transport des ions OH au pôle (+) donne naissance à de l'oxygène qui se dépose sur la lame de cuivre et se combine avec elle. L'oxyde de cuivre ainsi formé, ne trouvant pas d'acide libre, reste adhérent à la surface de l'électrode, ou, lorsqu'il est très abondant, s'écaille et tombe au fond du vase. En recueillant ainsi l'oxyde formé, on peut faire une mesure approximative de l'ionisation de l'eau. On trouve que, dans des dissolutions de 5 à 0,5 °/₀ de sulfate de cuivre, on a une molécule d'eau ionisée en H et OH pour 5 à 6 molécules de SO^4Cu ionisées. — M. Ed. **Bauer** fait remarquer que les faits décrits par M. Doumer ont été déjà observés par les expérimentateurs qui se sont servis du voltamètre à cuivre. En voici l'explication : le cuivre se dissout dans les solutions neutres de $CuSO^4$ pour donner des ions cuivreux. Ceux-ci subissent aussitôt la réaction d'hydrolyse : $\overset{+}{Cu} + H^2O = CuOH + \overset{+}{H}$. Ce phénomène se produit à l'anode, où l'oxyde se dépose. Les ions $\overset{+}{H}$ sont transportés à la cathode où la liqueur devient acide. Il semble donc inutile d'introduire l'hypothèse d'une dissociation notable de l'eau en ions $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{OH}$, qui est contraire à tout ce que nous savons sur les phénomènes électrolytiques en solution aqueuse. — M. J. **Carvallo** : *Conductibilité électrique de l'anhydride sulfureux liquide et de quelques autres liquides purs.* Les théories modernes de l'électrolyse admettent que l'eau est capable de dissocier en ions, non seulement les corps étrangers qu'elle peut contenir, mais encore ses propres molécules; il serait par suite impossible, en purifiant de l'eau, de faire tomber sa conductibilité électrique au-dessous d'une valeur minima que Kohl-

rausch fixe à environ 10^{-5} U. P. Un grand nombre de savants ont appliqué, sans la justifier, une hypothèse analogue à un grand nombre d'autres solvants à pouvoir ionisant élevé. En essayant d'amener huit de ces liquides à un état de pureté aussi grand que possible, M. J. Carvallo a observé des conductibilités notablement inférieures à celles qu'on attribuait, avant lui, à l'état de pureté absolue de ces liquides, et les propriétés très caractéristiques de ces conductibilités minima conduisent, tout au moins dans le cas de SO^2 et NH^3 liquéfiés et de l'éther, à attribuer certainement la plus grosse part et vraisemblablement la totalité de cette conductibilité résiduelle à des matières étrangères qu'il est pour le moment impossible d'éliminer. Les recherches de M. J. Carvallo ont, pour l'anhydride sulfureux liquéfié, par exemple, conduit aux résultats essentiels suivants : Si l'on prépare de l'anhydride sulfureux liquide à partir de produits chimiques très propres et si l'on fait subir au liquide une série de distillations dans le vide, sans se mettre à l'abri de la lumière du jour, même diffuse et peu intense, la conductibilité du liquide reste toujours voisine de la valeur (1) $\gamma = 10^{-7}$ U. P., déjà trouvée par Walden (1902). Si l'on effectue la préparation dans l'obscurité, et si l'on substitue aux distillations simples de véritables rectifications, la conductibilité tombe à une valeur voisine de (2) $\gamma = 5.10^{-9}$ U. P. L'action de la lumière augmente la conductibilité de SO^2 liquide : celle-ci peut atteindre $\gamma = 10^{-6}$ U. P. après une longue exposition à la lumière du jour. Cet accroissement est dû à une réaction photochimique représentée par l'équation $3SO^2 = 2SO^3 + S$. C'est à des produits de cette réaction qu'il faut attribuer la différence qui vient d'être signalée entre les valeurs (1) et (2), bien que les réactifs chimiques soient incapables de déceler la présence de ces produits dans un échantillon de conductibilité 10^{-7} U. P. Si l'on soumet un échantillon de SO^2 liquide à l'action d'un champ constant, le courant qui le traverse décroît très vite, puis plus lentement et tend vers une limite, en même temps que la cathode brunit légèrement, et ce phénomène, peu important sur un échantillon de conductibilité 5.10^{-9}, prend des proportions d'autant plus grandes que la conductibilité initiale du liquide est plus grande : une étude détaillée du phénomène montre qu'il s'agit d'une élimination par électrolyse de ceux des produits de la réaction photochimique qui participent au transport du courant, et l'ordre de grandeur des conductibilités limites obtenues par épuration électrique est pratiquement indépendant de la quantité des produits de la réaction photochimique contenus primitivement dans le liquide. Les solutions étendues de S et SO^3 dans SO^2 auxquelles l'action de la lumière donne naissance présentent un phénomène photo-électrique tout à fait nouveau, que M. J. Carvallo n'a pas pu expliquer, et qui se superpose à l'augmentation progressive de conductibilité que doit provoquer naturellement la formation, sous l'action de la lumière, des produits de la réaction photochimique $3SO^2 = S + 2SO^3$. Quand on fait passer le liquide de l'obscurité à la lumière, le courant créé dans le liquide par une tension constante décroît instantanément d'une quantité qui peut atteindre 75 %; le courant augmente de la même quantité, mais un peu moins vite, quand on rétablit l'obscurité. L'action de la lumière porte sur la masse même du liquide et non sur les électrodes; elle est due uniquement aux radiations ultraviolettes. Ce phénomène n'existe *jamais* lorsque le liquide est parcouru par un courant alternatif, ce qui exclut la possibilité d'une explication photochimique : il ne se développe que progressivement sous l'action d'un champ prolongé. On doit se demander si le courant limite minimum obtenu par action prolongée d'un champ constant sur un échantillon de SO^2 presque pur ne représente pas les propriétés du liquide pur, débarrassé par épuration électrique des impuretés qu'il contenait initialement : une discussion approfondie et une comparaison des lois de ces courants-limites avec ceux qu'on obtient dans des conditions analogues sur d'autres liquides conduisent à affirmer qu'il n'en est rien et que ce résidu de conductibilité doit être encore attribué pour sa plus grosse part à des impuretés. — M. R. de **Baillehache**, rapporteur de la Commission des Unités constituée par la Société, *présente une communication sur le projet de loi relatif aux unités de mesure.* M. de Baillehache rappelle que M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie a bien voulu demander l'avis de la Société sur les conclusions de la Commission spéciale instituée par lui pour l'élaboration des projets de loi et le règlement d'administration publique relatifs aux unités de mesure. Après examen de la question, la Commission estime qu'il y aurait lieu : 1° de maintenir par voie législative le kilogramme (et non de définir la tonne, comme le portait le tableau annexé au projet de loi du 11 novembre 1913) comme unité principale de masse; 2° de prévoir l'emploi du système M. T. S. (mètre, tonne, seconde) pour la définition par voie réglementaire des unités secondaires de la Mécanique industrielle.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 13 Mars 1914.

M. E. **Fourneau** communique, au nom de M. C. **Delezenne** et au sien, les résultats que leur a fournis l'étude chimique du phosphatide hémolysant obtenu par Delezenne et Mlle Ledebt, en faisant agir le venin de cobra (à doses infinitésimales) sur le vitellus de l'œuf frais. Ce phosphatide, que MM. Delezenne et Fourneau dénomment *lysocithine* (contraction de lysine et de lécithine), est *l'anhydride de l'éther monopalmitoglycérophosphorique de la choline*. Cela résulte : de l'alcoolyse de la lysocithine qui donne la quantité théorique de palmitate de méthyle, de glycérophosphate de calcium et de chlorhydrate de choline ; de près de 25 analyses; et de la détermination du poids moléculaire. La lysocithine est soluble dans l'eau tiède et dans l'alcool absolu chaud (vers 35°) ; elle est insoluble dans l'éther et l'acétone, très peu soluble dans le benzène et dans le chloroforme. Elle cristallise d'un mélange d'alcool et d'éther de pétrole en fines tablettes rectangulaires, allongées, brillantes, très hygroscopiques. La lysocithine paraît être la forme très pure de ce que Preston Kyes a appelé cobra-lécithide. MM. Delezenne et Fourneau, ayant eu en mains une hémolysine (lysocithine) cristallisée, parfaitement définie, ont pu étudier sa fixation par la cholestérine. Une solution alcoolique de *deux molécules* de cholestérine et *d'une molécule* de lysocithine évaporée à sec abandonne un résidu auquel l'éther enlève toute la cholestérine. Si, au lieu de le traiter par l'éther on reprend le résidu par l'eau, on obtient une émulsion *instable* à laquelle l'éther n'enlève plus *qu'une* molécule de cholestérine, l'autre molécule restant solidement fixée à la lysocithine pour former une émulsion *stable* qui retient l'eau avec une grande énergie. *Cette émulsion n'a aucun pouvoir hémolytique.* L'addition d'une petite quantité d'alcool à l'émulsion permet à l'éther d'enlever toute la cholestérine. — Au nom de M. **Harold J. Page** et au sien, M. E. **Fourneau** expose les premiers résultats de leurs recherches sur les *éthers de la choline*. Ils les ont obtenus en traitant les éthers de la bromhydrine, de la chlorhydrine et de l'iodhydrine du glycol par la triméthylamine en solution benzénique. Quelques-uns de ces éthers halogénés n'avaient pas encore été décrits, en particulier le *stéarylchloréthanol* (paillettes, F. 49°5), le *caprylylchloréthanol* (Eb. 135°, 18 mm.), le *stéaryliométhanol* (F. 59°,5), le *palmityliométhanol* (F. 54°,4), le *caprylyliométhanol* (Eb. 170° sous 26 mm.), le *butyryliométhanol*, etc. Les éthers iodés réagissent déjà à froid et, à 100°, le rendement atteint, suivant les cas, 80 à 88 % de la théorie. Les éthers chlorés ne réagissent bien qu'au-dessous du terme éther laurique, et

les rendements augmentent au fur et à mesure que le poids moléculaire diminue ; les éthers des acides aromatiques donnent des résultats excellents. La bromacétine réagit quantitativement. Les sels des éthers de la choline, en particulier les iodures, sont bien cristallisés, mais, sauf les éthers des acides gras très élevés, ils sont très hygroscopiques. Quelques-uns d'entre eux possèdent un double point de fusion (le second vers 180°), correspondant à une décomposition que l'on observe aussi dans l'action des chlorures d'acides sur le chlorhydrate de choline. Le chlorure de palmitylcholine et le chlorure de stéarylcholine sont surtout intéressants à cause de leurs rapports avec l'hémolysine (lysocithine) dont l'étude a fait l'objet de la communication précédente. Ces sels donnent avec l'eau des solutions très mousseuses, limpides, neutres, stables à l'ébullition. L'addition d'une trace de soude détermine la formation d'un précipité gélatineux de palmitate ou de stéarate de sodium. En solution acide les éthers de la choline sont décomposés si on porte la solution à l'ébullition. Le chlorure de palmitylcholine et le chlorure de stéarylcholine ont un pouvoir hémolytique intense, à peine inférieur à celui de la lysocithine ; le chlorure de laurylcholine a un pouvoir hémolytique dix fois plus faible ; l'acétylcholine n'est pas hémolytique. — M. P. **Brenans** expose ses recherches sur les composés iodés obtenus avec l'acide orthonitro-sulfanilique et l'orthonitraniline, et rectifie certains résultats de Körner et Contardi.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 22 Janvier 1914.

Sciences naturelles. — MM. **R.-T. Glazebrook** et **D.-W. Dye** ont analysé graphiquement, en les mettant sous forme de courbes, les résultats obtenus par le Professeur Macdonald et concernant la production de chaleur associée au travail musculaire. Ils ont trouvé, entre la chaleur produite H, le travail accompli W et la masse de l'individu M diverses relations, qui peuvent se combiner dans l'expression $H = a + bM + \frac{W}{a + \beta M}$. — MM. **G. Dreyer** et **E.-W.-A. Walker** : *La dose minima mortelle de diverses substances toxiques et ses relations avec le poids du corps chez les animaux à sang chaud* : 1° Chez les animaux à sang chaud de même espèce, mais de poids différents, les doses doivent être calculées proportionnellement à la surface du corps; 2° Cette règle découle du fait que la concentration dans le plasma d'une substance donnée administrée dépend du volume du sang circulant, lequel est proportionnel à la surface du corps chez une même espèce; 3° Dans la mesure et l'étalonnage exact des substances toxiques et des antitoxines, on peut donc faire usage d'animaux de différents poids dans une espèce donnée, au lieu d'employer des animaux d'un poids choisi arbitrairement; 4° Les résultats du dosage calculés pour une espèce ne peuvent être appliqués directement à une autre, à cause des phénomènes de tolérance et d'intolérance spécifiques indépendants de la taille. 5° Pour l'homme, le dosage, rapporté à la surface, est le suivant : A 21 ans, dose complète; à 15 ans, 3/4 de dose; à 9-10 ans, 1/2 dose; à 3-4 ans, 1/3 de dose; à 1 an, 1/4 de dose; à quelques mois, 1/10 de dose. — MM. **M. Wheldale** et **H.-L. Bassett** : *Interprétation chimique de quelques facteurs mendéliens de la couleur des fleurs.* Les auteurs étudient les facteurs mendéliens de la couleur des fleurs chez les variétés ivoire et jaune de l'*Antirrhinum majus*. L'ivoire est un facteur mendélien simple dominant pour le jaune et contenant un facteur I qui est absent du jaune. Les auteurs ont précédemment identifié le pigment jaune pâle de la variété ivoire avec une flavone, l'apigénine. Ils montrent maintenant que la variété jaune contient à côté de l'apigénine un autre pigment flavonique épidermique, la lutéoline, qui rend compte de la couleur jaune plus intense de la fleur. Le facteur ivoire dominant peut donc être considéré comme une puissance empêchant la formation de la lutéoline dans l'épiderme.

Séance du 29 Janvier 1914.

1° Sciences mathématiques. — MM. **T.-E. Stanton** et **J.-R. Pannell** ont étudié expérimentalement *la similitude de mouvement dans les fluides* de viscosités et de densités très différentes, en mouvement par rapport à des surfaces géométriquement semblables, similitude prévue par des considérations dynamiques par Stokes, Helmholtz, O. Reynolds et Lord Rayleigh. La théorie, sous sa forme la plus générale, peut être exprimée par l'équation $R = \rho v^2/(v.L/r)$, où R est la résistance par unité de surface, ρ la densité du fluide, v la vitesse, L une dimension linéaire de la surface et r le coefficient cinématique de la viscosité du fluide. Pour montrer l'exactitude de cette relation, les auteurs ont déterminé le frottement superficiel de l'air et de l'eau s'écoulant par des tubes lisses de divers diamètres à des vitesses très différentes; ils ont obtenu ainsi des valeurs de la condition de similitude du mouvement, qui est que pour les mêmes valeurs de $v.d/r$ dans chaque fluide les valeurs de $R/\rho v^2$ soient identiques. Cette condition est remplie pour un intervalle de 2.500 à 430.000 dans la valeur de $v.d/r$. De ces recherches, on peut déduire la limite d'exactitude de la loi d'indice de la résistance des fluides $R = kv^n$; on trouve que n n'est pas constant pour une surface particulière, mais augmente (de 1,72 à 1,92) quand $v.d/r$ augmente.

2° Sciences physiques. — MM. **J.-H. Shaxby** et **E. Emrys-Roberts** : *Etudes sur le mouvement brownien. I. Le mouvement brownien des spores de bactéries.* Les spores bactériennes, examinées sur des préparations en goutte tombante et en goutte au repos, cessent leur mouvement brownien et deviennent immobiles à la surface de séparation eau-air, immobilité impliquant la perte de tout mouvement brownien, même dans le plan de séparation. Le seul mouvement subséquent est une agrégation plus grande dans ce plan, due à la pesanteur. Les spores immobiles paraissent se trouver dans une véritable pellicule à la surface de la goutte. La reprise du mouvement brownien par les spores immobiles à la surface air-eau ne peut être provoquée que par : *a*) la destruction de cette surface en convertissant la goutte pendante ou au repos en une goutte enclose, ou partiellement par une agitation violente des spores pour les incorporer au corps de la goutte; *b*) altération de la surface des spores par l'action d'un corrosif. On note le même phénomène d'immobilité quand les spores se trouvent à la surface de séparation entre l'eau et certaines huiles : paraffine, aniline, xylène. — M. **R. Whiddington** : *La transmission des rayons cathodiques à travers la matière.* L'auteur montre que la loi de Lenard, d'après laquelle le coefficient d'absorption des rayons cathodiques traversant de minces feuilles de métal, est reliée à leur vitesse par la relation $\lambda v^4 =$ constante, n'est pas généralement exacte quand λ est déterminé d'après le nombre des rayons incidents et transmis. La formule $\lambda = (b/v^4) + c$ représente mieux les faits entre certaines limites de vitesse. La limite inférieure de vitesse dépend seulement de l'épaisseur de la feuille absorbante, tandis que la limite supérieure est déterminée par la nature du métal. — M. **L.-N.-G. Filon** a recherché si la double réfraction produite dans le verre par une tension est affectée par un changement de température. Il opérait sur des verres Uviol chauffés à 90°, puis refroidis à 18°. Les indices de réfraction des rayons polarisés dans et perpendiculairement à la ligne de tension sont affectés inégalement, mais semblent augmentés tous deux par l'élévation de température; l'un d'eux présente une variation résiduelle permanente après refroidissement. — M. **W.-H. Bragg** : *Le spectre de rayons X des cristaux de soufre et de quartz.* Examiné au spectromètre

à rayons X, un cristal de quartz contient trois réseaux interpénétrants d'atomes de Si et six d'O. Les angles de réflexion dans les plans importants concordent, à 1 ou 2 °/₀ près, avec les valeurs calculées. Le soufre contient huit réseaux interpénétrants, chacun formé en plaçant un atome au coin d'un parallélipipède rectangulaire et au centre de deux faces opposées. Les arêtes du parallélipipède sont dans les rapports connus des axes cristallographiques. — **M. G. Green** : *La radiation naturelle d'un gaz.* Les recherches de Planck ont établi que l'énergie totale émise par un corps noir à toute température consiste en quanta distincts, tous égaux et semblables. Cela n'implique pas nécessairement que l'énergie ait une structure atomique. Cela peut provenir de la nature des molécules radiantes, qui serait telle que l'émission d'énergie est accompagnée d'un changement défini dans la molécule, tel que l'expulsion d'un électron ou le réarrangement du système dans une nouvelle forme d'équilibre. Si on identifie le « quantum d'énergie » avec l'énergie contenue dans la pulsation lumineuse émise chaque fois qu'une molécule subit un tel changement de structure, on peut déterminer la forme de cette pulsation lumineuse. L'auteur cherche d'abord la forme de pulsation dans laquelle l'énergie par longueur d'onde est la même que celle requise par la loi de radiation de Planck à toute température; elle représente la radiation totale d'un corps noir à toute température. On considère ensuite le corps radiant comme un gaz, et en décomposant la pulsation, on obtient une succession infinie de trains d'ondes émis par les divers groupes de molécules obtenus en arrangeant le nombre total suivant la vitesse à chaque température. — **M. O.-W. Richardson** critique les expériences de M. J.-N. Pring sur l'origine de l'ionisation thermique du carbone, concluant au peu de solidité de la théorie de l'émission d'électrons par les solides chauffés et attribuant l'ionisation thermique à une action chimique. Il montre que ces conclusions sont loin d'être établies par les expériences de M. Pring. — **M. E. Griffiths** a déterminé la *chaleur spécifique du sodium* (F.97°,6) à diverses températures entre 0° et 140° par la méthode électrique. A l'état solide, la chaleur spécifique est fortement influencée par la nature du traitement calorifique préalable du métal; elle augmente d'une façon marquée vers le point de fusion. Voici quelques valeurs de la chaleur atomique du sodium recuit : à 0°, 6,5; à 50°, 6,8; à 96°, 7,5. A l'état fondu, la chaleur spécifique décroît linéairement à mesure que la température s'élève jusqu'à 140°. La chaleur latente de fusion est de 27,52 gr. cal.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Février 1914.

M. R. W. Wood, professeur à l'Université John Hopkins, de Baltimore, fait une conférence sur les radiations des molécules gazeuses excitées par la lumière, où il expose l'ensemble de ses recherches sur ce sujet (voir la *Revue* du 30 août 1911, p. 653 et suiv.).

Séance du 13 Mars 1914.

M. C. Chree, se basant sur l'examen d'un certain nombre de courbes de déclinaison et de force verticale et horizontale, critique la théorie de Bauer d'après laquelle les premiers mouvements des perturbations magnétiques se propageraient autour du globe à des vitesses de l'ordre de 100 kilomètres par seconde. — **M. H.-N. Mercer** a déterminé le rapport des chaleurs spécifiques de l'air, H, CO^2 et AzO en observant avec un thermomètre de platine à fil très fin la chute instantanée de température correspondant à une chute rapide et donnée de pression. Il est arrivé à opérer avec exactitude sur un volume de gaz de 300 centimètres cubes seulement. Les valeurs trouvées pour les chaleurs spécifiques concordent bien avec les déterminations calorimétriques directes. — **M. A.-J. Philpot** a employé des radiations X homogènes, caractéristiques de divers éléments, pour dégager des électrons de l'or. Par une méthode d'ionisation, il a mesuré les énergies relatives des électrons émis dans la direction de propagation de la radiation X excitatrice et dans la direction inverse. Il a trouvé que le rapport de l'énergie des premiers à celle des seconds augmente avec le pouvoir pénétrant de la radiation excitatrice, sa valeur allant de 1,11 pour un coefficient de 5,0 de l'absorption de masse de la radiation X à 1,24 pour un coefficient de 0,5. — **M. S. P. Thompson** décrit une expérience de cours destinée à montrer l'irrationalité de la dispersion.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

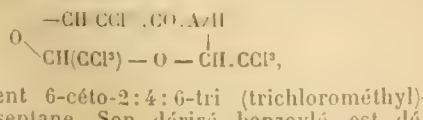
Séance du 5 Février 1914.

M. Cl. Smith montre, en s'appuyant sur les valeurs de l'énergie moléculaire superficielle, que plusieurs carbinols inactifs à l'état liquide sont des mélanges *dl* et non des racémates liquides. — **M. G. W. Andrew** a examiné les conditions d'équilibre du système réversible $CO + H^2O \rightleftarrows CO^2 + H^2$ dans les flammes d'hydrocarbures. Malgré les températures maxima très différentes des flammes, le rapport d'équilibre de $CO \times H^2O/CO^2 \times H^2$ dans les produits refroidis est pratiquement constant et égal en moyenne à 3,83 dans toute la série, ce qui correspond à une température de 1500 à 1600°. — **M. J. E. Purvis** a reconnu que toutes les bandes de vapeur du spectre d'absorption du benzène sont oblitérées chez les composés renfermant le groupe diphényle, et celles du spectre de l'aniline chez les composés azoïques. — **M. J. A. Smythe**, en oxydant le tétrasulfure de benzyle par H^2O^2, a obtenu le benzyltétrasulfoxyde, F. 134°-139° avec décomposition en disulfure de benzyle et SO^2. Un excès de H^2O^2 oxyde le tétrasulfoxyde en acides sulfurique et benzylsulfonique. — **MM. H. M. Dawson** et **J. Marshall** ont reconnu que l'iode réagit sur les aldéhydes aliphatiques en présence d'acide iodique, en formant uniquement des dérivés α-iodés; aucun dérivé β n'a pu être mis en évidence. — **MM. J. F. Liverseege** et **A. W. Knapp** ont étudié l'érosion du plomb par une eau légèrement alcaline : l'érosion est due à l'action de l'oxygène en présence de l'eau. CO^2 jusqu'à 1 °/₀ a peu d'effet sur l'érosion; au-dessus de 2 °/₀, il l'empêche. — **MM. R. Meldola** et **W. F. Hollely** ont constaté que le dinitro-*p*-aminophénol peut être acylé très facilement au groupe OH, ce qui tient à l'extrême protection du groupe AzH^2 par le groupe o-nitré. — **M. E. A. Werner** a obtenu facilement le méthylisocarbamide et ses dérivés substitués par l'action du sulfate de méthyle sur le carbamide et ses dérivés substitués. — **MM. J. N. Pring** et **U. C. Tainton** ont constaté que, pour certaines densités de courant très élevées, le dépôt électrolytique du zinc peut être effectué en présence d'acide très concentré. La présence de petites quantités de matières colloïdales favorise la production de dépôts adhérents brillants et augmente le rendement du courant. — **M. W. A. Knight** a étudié le vieillissement des alliages d'argent et d'étain. Il n'est pas dû à une oxydation superficielle; il coïncide avec une augmentation de densité, correspondant à une contraction de volume. — **MM. P. F. Frankland** et **A. Turnbull** ont transformé les glycérates alkyliques lévogyres en αβ-dichloropropionates; celui de méthyle est dextrogyre, les autres lévogyres. La rotation du premier augmente quand la température s'élève, tandis que celle des autres diminue. — **M. W. E. S. Turner** critique la méthode de Holmes pour la détermination de la complexité moléculaire des liquides. — **M. Ch.-S. Gibson** a résolu la *p*-toluènesulfonylalanine en ses constituants actifs par cristallisation fractionnée de son sel de strychnine. La base droite fond à 131°-132°; $[\alpha]_D = +7°,71$; la base gauche fond à la même température;

$[\alpha]_0 = -7°,62$. Le racémique fond à 138°-139°. — M. R. T. **Lattey** montre que les mélanges d'acétate d'éthyle et d'eau étudiés par Merriman ne sont pas de vrais azéotropes, car ils ne satisfont pas à la condition $dP/dy = 0$ (P = pression ; y = fraction moléculaire d'eau dans la vapeur). — M. P. **Neogi** a obtenu des nitrites d'amines purs par combinaison de solutions glacées d'acide nitreux libre avec les amines; pour lui, il se forme toujours un nitrite d'amine comme composé intermédiaire dans l'action de l'acide nitreux sur les amines (excepté avec les amines purement aromatiques). — M. E.-M. **Mumford** a étudié le mécanisme de l'oxydation bactérienne des solutions aqueuses de sels d'ammonium; il a identifié comme produits intermédiaires des sels d'hydroxylamine et des acides hyponitreux et nitreux; l'oxydation bactérienne aurait donc lieu par l'hydroxylation successive des atomes d'H et élimination d'H^2O. La perte d'azote est due à des réactions complexes entre les produits intermédiaires. — M. E. J. G. **Hartley**, en faisant réagir CH^3I sur le cobalticyanure d'Ag à 45°, a obtenu deux cobalticyanures triméthyliques isomères, α cristallisant de l'eau chaude en fibres chevelues, β cristallisant en petites aiguilles. — M. G. N. **White** a préparé l'acide dithiobenzoïque en mélangeant du soufre en poudre avec une solution de benzaldéhyde et d'AzH^3 dans l'alcool, puis saturant le mélange par H^2S jusqu'à dissolution du S. On acidifie ensuite par HCl et extrait l'acide par l'éther. — M. B. B. **Dey**, en condensant l'α-chloroacétoacétate d'éthyle avec l'α-naphtol, a obtenu la 3-chloro-4-méthyl-1 : 2-α-naphtopyrone, F. 227°; avec le *m*-crésol, on obtient la 3-chloro-4 : 7-diméthylcoumarine, F. 135°; les autres phénols donnent également des coumarines substituées. — M. H. C. **Cutts** n'a pu obtenir la condensation intramoléculaire de l'acide dibenzylmalonique par traitement avec P^2O^5. — M. R. **Wright** a reconnu que le spectre d'absorption des acides forts est identique avec celui de leurs sels de Na; les acides d'une force modérée (ac. acétique) sont plus absorbants que leurs sels de sodium; les acides très faibles (H^2S) sont moins absorbants que les sels.

Séance du 19 Février 1914.

M. T.-R. **Merton** montre que la pression de vapeur des gaz absorbés par le cuivre finement divisé est si faible que l'absorption des gaz par cette substance peut être employée à la production d'un vide élevé. — MM. A.-W. **Crossley** et W.-R. **Pratt** ont préparé, en partant de l'isopropyldihydrorésorcine, par chloruration, hydrogénation et oxydation, la 1-isopropylcyclohexane-3-one, Eb. 208°; le 1-isopropylcyclohexane-3-ol est un liquide huileux, bouillant à 114° sous 28 millimètres. — M. H.-B. **Baker** estime que la quantité d'oxygène absorbé par l'argent fondu est trop grande pour qu'il s'agisse d'une simple solution et qu'il doit se former un oxyde d'argent stable à haute température et se décomposant quand la température s'abaisse. Des expériences sur l'action d'un courant d'oxygène sur l'argent fondu en présence d'un peu de B^2O^3, qui ont conduit à la formation de borate d'argent, semblent confirmer cette hypothèse. — M. J.-D. **Mc Beath Ross** a déterminé la vitesse de transformation du cyanate d'ammonium en carbamide en solutions alcooliques; elle s'accélère jusqu'aux solutions dans l'alcool à 99,94 °/₀ en volume. — MM. H.-L. **Crowther**, H. **Mc Combie** et T.-H. **Reade**, en condensant la chloralcyanhydrine avec l'hydrate de chloral, ont obtenu un composé renfermant un noyau à 7 atomes :



qu'ils nomment 6-céto-2 : 4 : 6-tri (trichlorométhyl)-1 : 3 : 5-dioxazseptane. Son dérivé benzoylé est décomposé par HCl avec formation d'un dérivé du propionobenzamide, qui se condense sous l'influence de la soude en une pyrrolidone. — M. A.-Ch. **Dunningham** a étudié le système eau — éther éthylique — iodure de potassium — iodure mercurique, qu'il représente au moyen d'un tétraèdre. Des surfaces de saturation existent pour les phases solides KI, $KHgI^3$, $KHgI^3.H^2O$ et HgI^2. Elles sont divisées par des courbes binodales en aires homogènes et hétérogènes, sur lesquelles les mélanges liquides, en équilibre avec la phase solide, existent en une ou deux couches. — MM. W.-E.-S. **Turner** et C.-C. **Bissett** ont reconnu que l'expression donnée par Walden pour le rapport entre la constante diélectrique et le pouvoir solvant d'un liquide n'est pas valable pour un grand nombre de solvants. Ils n'ont pas réussi à trouver une autre relation; l'ordre de l'action dissolvante paraît dans beaucoup de cas n'être pas celui de la constante diélectrique. — MM. E.-W. **Merry** et W.-E.-S. **Turner** ont déterminé les viscosités d'un certain nombre de mélanges liquides binaires contenant du formamide. Le formamide et les alcools inférieurs donnent des courbes de viscosité différant peu d'une ligne droite. Le formamide et les acides aliphatiques donnent des courbes de viscosité ressemblant d'une façon générale à celles des solutions aqueuses de ces acides. — MM. H.-M. **Dawson** et F. **Powis** ont mesuré la vitesse de la transformation isomérique de l'acétone sous l'influence catalytique des acides en solution d'alcool éthylique. Les résultats indiquent que l'ion H n'est pas le seul constituant actif, mais que la partie non ionisée de l'acide possède aussi un pouvoir catalytique considérable. — M. J.-R. **Partington** propose, pour la chaleur latente d'évaporation des liquides, l'équation suivante, déduite de l'équation caractéristique de Berthelot :

$$\lambda = \frac{27}{64} R^2 \frac{T_k^3}{p_k v_1} + RT_1,$$

où λ est la chaleur moléculaire d'évaporation à la température T_1, v_1 le volume moléculaire du liquide, p_k et T_k la pression et la température critiques et R la constante des gaz.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 12 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. Ph. **Frank** : Géométrie différentielle de la brachystochrone (avec applications à l'Hydrodynamique et au Calcul des variations). — M. H. **Hahn** : Sur l'approximation des intégrales de Lebesgue par des sommes de Riemann.

2° Sciences physiques. — M. A. **Kailan** a poursuivi l'étude des actions chimiques des rayons pénétrants du radium. Ces rayons accélèrent notablement la formation d'acide dans l'acétate d'éthyle, aussi bien en présence de traces que d'une plus grande quantité d'eau. L'éthérification directe de l'alcool par l'acide acétique n'est que faiblement augmentée par le rayonnement pénétrant. — MM. R. **Kremann**, J. **Lorber** et R. **Maas** ont continué leurs essais de dépôt électrolytique d'alliages. Ils n'ont pu obtenir de bronzes de zirconium, ni de chrome, mais le fer et l'antimoine peuvent être précipités avec le cuivre dans des bains de tartrates alcalins. — MM. R. **Kremann**, et R. **Kropsch** ont étudié le système ternaire tristéarine-acide stéarique-acide palmitique. Il renferme quatre régions d'existence : celle de la tristéarine, celle de la combinaison tristéarine (4)-acide palmitique (1), celle de la combinaison tristéarine (1)-acide palmitique (1), et celle des cristaux mixtes des deux acides. — MM. G. **Goldschmiedt** et O. **von Fraenkel** ont préparé la γ*p*-oxyphénylpropylamine en partant de l'aldéhyde anisique et passant par les intermédiaires suivants : acide *p*-méthoxycinnamique, acide β*p*-méthoxyphénylpropionique, β*p*-méthoxyphénylpropionitrile, γ*p*-méthoxyphénylpropylamine.

3° Sciences naturelles. — MM. Ed. **Haschek** et F. **Winkler** montrent que les phénomènes très faibles

de luminescence qui peuvent se présenter sur le corps humain sont des phénomènes de chemiluminescence attribuables à l'oxydation des produits d'excrétion des glandes grasses et sudoripares. — M. **F. von Hauer** montre que la fatigue de l'œil par la lumière blanche diminue l'excitabilité pour toutes les lumières; il trouve par des mesures quantitatives que la variation de l'excitabilité est dans ce cas à peu près la même.

Séance du 19 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **K. Wolf** démontre rigoureusement, en se bornant à l'espace à deux dimensions, dans un cas important, celui d'un rectangle allongé correspondant à une poutre, la validité du principe de Saint-Venant, et aussi la dépendance de la marche des tensions de la longueur du bord sur lequel agit le système extérieur de forces.

2° Sciences physiques. — M. **P. Vujevic** cherche à montrer quels facteurs physiques donnent naissance à la courbe diurne de température. Il la décompose en ses constituants essentiels et montre comment la partie de la courbe qui correspond au jour est en relation avec les variations de l'intensité du rayonnement du Soleil aux diverses heures du jour. — M. **F. Ehrenhaft** a isolé des gouttelettes de mercure dont les dimensions sont inférieures à celles de la longueur d'onde de la lumière et en a mesuré la mobilité et la charge électrique absolue. Ces charges sont des multiples simples d'une même valeur, ce qui est en faveur de la théorie des quanta d'électricité; mais d'autre part il en est d'inférieures à celle de l'ion H monovalent (quantum élémentaire), ce qui soulève de nouvelles difficultés. — MM. **S. Meyer** et **K. Przibram** apportent de nouveaux faits à l'appui de la théorie d'après laquelle la coloration des sels par l'action des rayons de Becquerel est due à une séparation colloïdale des métaux. — MM. **R. Kremann** et **J. Lorber** ont essayé de précipiter à la cathode des alliages Fe-Mg aux dépens de solutions mixtes de sulfate ferreux et de chlorure de magnésium. Les bains riches en Mg donnent des dépôts métalliques normaux contenant peu de Mg et d'oxydes; les bains pauvres en Mg donnent des dépôts contenant jusqu'à 3 °/₀ de Mg et beaucoup d'oxyde. Ces dépôts sont de forts réducteurs; ils s'oxydent facilement et brûlent spontanément par chauffage à 200°.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Maidl** communique une monographie du genre *Synagris* Latr. avec diagnose de plusieurs espèces et sous-espèces nouvelles.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Janvier et Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Bianchi** : Sur les problèmes de roulement de surfaces applicables. Dans une deuxième note, l'auteur résout les mêmes problèmes dans le cas de roulement de surfaces applicables dans les espaces à courbure constante, positive et négative. — M. **T. Levi-Civita** : Déduction d'une relation fondamentale dans la théorie de la chaleur radiante. — M. **P. Pizzetti** donne une démonstration simple et précise du théorème de Bernouilli sur la probabilité des épreuves répétées. — M. **F. Enriques** : Sur la classification des surfaces algébriques, et en particulier sur les surfaces du genre linéaire $p^{(1)} = 1$. — M. **O. Tedone** : Sur l'expression analytique de l'intégrale générale de l'équation des ondes affaiblies. Sur quelques équations intégrales de Volterra, résolubles avec un nombre infini de dérivations et d'intégrations. — M. **J. Soula** : Sur certaines équations intégrales. — M. **E. Bompiani** : Forme géométrique des conditions pour la déformabilité des hypersurfaces. — M. **G. Vacca** poursuit ses recherches sur l'équivalence par translation. — M. **G. Severini** : Sur les équations intégrales de première espèce du type Fredholm. — M. **G. Andreoli** : Sur les équations intégrales mixtes et intégro-différentielles. — M. **G. Colonnetti** remarque que, si l'on suit les variations de longueur des fils de cuivre soumis à des charges croissantes, on observe aussi dans la période de décharge des phénomènes d'hystérésis élastique; il donne une étude systématique sur l'allure générale des phénomènes observés au cours de ses expériences. — M. **L. Tonelli** : Sur les fonctions de lignes dans le Calcul des variations. — M. **U. Cisotti**, comme suite à une note précédente, étudie l'écoulement d'un liquide d'un récipient qui a une ouverture dans une paroi latérale.

2° Sciences physiques. — MM. **G. Ciamician** et et **P. Silber** poursuivent leurs recherches sur les actions chimiques de la lumière, et s'occupent de l'autoxydation de quelques acides organiques. — M. **O. M. Corbino** a voulu déterminer s'il existe une biréfraction anormale au voisinage d'une raie spectrale d'une vapeur métallique, dans un champ électrique; le résultat des expériences a été négatif. — M. **A. Lo Surdo** a continué ses recherches sur l'analogue électrique du phénomène de Zeeman, et s'occupe de l'effet longitudinal. Dans une autre note, l'auteur montre que les diverses raies de la série de Balmer présentent différentes formes de décomposition; enfin, dans une troisième note, M. Lo Surdo décrit ses observations directes de la décomposition des raies spectrales devant la cathode d'un tube très mince, ce qui permet l'étude du phénomène à qui dispose seulement des moyens ordinaires d'un modeste laboratoire de physique. — M. **L. Puccianti** s'occupe de l'interférographe tournant de M. Sagnac et montre qu'il est possible d'exécuter l'expérience d'une manière différente et sans admettre l'existence de l'éther lumineux. — M. **G. Guglielmo** remarque que, lorsqu'un réseau se dilate, la distance entre les traits diminue, et les déviations des raies des spectres augmentent; l'auteur montre encore qu'il est possible de déterminer le coefficient de dilatation du bronze des réseaux. Dans une autre note, M. Guglielmo observe que l'appareil, pour la mesure des longueurs d'onde avec les réseaux de Rowland, est coûteux et exige beaucoup de place; il propose, pour éviter cet inconvénient, une simple disposition mécanique qui se complète par l'observation des spectres qui se forment dans la direction des rayons incidents. — M. **A. Tosi** décrit un dispositif hertzien qu'il a imaginé pour servir aux observations météorologiques et à la prévision des orages. — M. **V. Monti** transmet ses observations sur la distribution mensuelle de la fréquence relative de la neige dans les Alpes septentrionales. — MM. **D. Chiaraviglio** et **O. M. Corbino** donnent la description d'un procédé qu'ils ont imaginé pour préparer la nitroglycérine à froid; ils ont obtenu 10 grammes de liquide, entre 25° et 0°, en quarante-quatre heures. — M. **M. Pratolongo** s'occupe des systèmes binaires cyanamide-eau, cyanamide-urée, et cyanamide-dicyanamide. — MM. **M. Padoa** et **G. Tabellini** étudient la tension superficielle et l'hydratation en solution. — MM. **M. Padoa** et **B. Foresti** s'occupent de la chaleur de combustion des substances phototropiques. — MM. **G. Pellini** et **A. Coppola** exposent leurs considérations sur la solubilité et l'activité. — M. **L. Cambi** a étudié la manière de se comporter des éthers boriques avec les alcoolates.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Le Concours Solvay (1910-1914). — Le 30 décembre 1909, M. Ernest Solvay publiait dans cette *Revue* un article intitulé : « Physicochimie et psychologie » et faisait suivre son étude d'une série de dix questions constituant un vaste programme de recherches qu'il conviait les chercheurs à poursuivre. Afin d'encourager leur effort, il annonçait en même temps qu'il consacrerait une somme de 50.000 francs à récompenser les travaux ayant trait à ces questions et qui seraient adressés avant le 1er janvier 1914 à l'Institut Solvay de Physiologie à Bruxelles. Les travaux pouvaient être rédigés en l'une des quatre langues suivantes : français, allemand, anglais ou italien et devaient être soumis à l'appréciation d'une Commission de trois membres désignés par la direction de l'Institut Solvay. L'appel publié dans notre *Revue* fut reproduit par de nombreux journaux et revues scientifiques.

Conformément aux vœux du célèbre inventeur, une Commission d'examen fut nommée à la fin de l'année 1913; elle était composée d'un physiologiste, d'un physicien et d'un physico-chimiste (à cause du caractère complexe des questions du concours) : MM. L. Fredericq, professeur à l'Université de Liége, président, J. Verschaffelt, professeur à l'Université libre de Bruxelles, et O. Dony-Hénault, professeur à l'Ecole des Mines de Mons et collaborateur scientifique de l'Institut Solvay.

Cette Commission a décidé d'attribuer un prix à M. G. Bredig, professeur à l'Ecole technique supérieure de Carlsruhe, pour l'ensemble de ses remarquables travaux sur la catalyse, un prix à M. G. De Meyer, assistant à l'Institut Solvay, pour d'intéressants travaux sur les courants d'action et d'extension des muscles, et un prix à M. J. Boselli, de Paris, pour son travail sur la vitesse de réaction dans les systèmes hétérogènes. Dans son rapport, la Commission d'examen signale que, des trois lauréats, seul M. De Meyer a apporté une réponse directe, quoique partielle, à une des questions du concours, dont le caractère surtout déductif rendait l'abord très difficile aux expérimentateurs; à défaut de solutions directes des questions posées, elle a cru devoir récompenser, parmi les travaux présentés, ceux qui pouvaient être considérés par rapport aux questions du programme comme des travaux d'approche fructueux. Tel était le cas notamment pour les recherches, aujourd'hui déjà devenues classiques, du Professeur Bredig.

§ 2. — Nécrologie

Emile Gentil. — L'explorateur Emile Gentil, gouverneur honoraire des colonies, qui est décédé à Bordeaux le 30 mars, a été, ainsi que Cureau et que Foureau, dont nous annoncions récemment la mort, l'un des pionniers les plus ardents et les plus énergiques de la pénétration française dans l'Afrique tropicale.

Né à Wolmünster, dans la partie de l'ancien département de la Moselle dépendant aujourd'hui de la Lorraine allemande, le 4 avril 1866, Emile Gentil, entré à dix-sept ans à l'Ecole navale, enseigne de vaisseau en 1888, prit part de 1889 à 1891 aux travaux d'une mission hydrographique chargée de relever l'estuaire du Gabon et le tracé des côtes. Il laissa à ce moment la marine pour devenir administrateur colonial; il se mit alors à la disposition de M. de Brazza et devint l'un de ses plus actifs collaborateurs. En 1892, il alla avec lui dans la Sanga, puis il explora la haute Mambéré; il remonta ensuite l'Oubangui jusqu'à Mobaye, et organisa la région.

En 1895, Gentil partit de Loango avec un bateau démontable, le *Léon-Blot*, remonta le Congo et l'Oubangui, et en transportant les pièces de son vapeur de la Kémo jusqu'au Gribingui où il le remonta, il atteignit le Chari, conclut un traité d'alliance et de protectorat avec le sultan du Baguirmi en octobre 1897, et le 1er novembre déboucha sur le lac Tchad, où le premier il fit flotter les couleurs françaises. Au point de vue géographique, Gentil avait fait connaître tout le cours du Chari et de quelques-uns de ses affluents principaux et parcouru un itinéraire complet de Ouadda, sur l'Oubangui, au lac Tchad. Au point de vue politique,

il avait complété l'œuvre de Crampel et, réalisant le plan conçu par de Brazza, il avait établi la liaison entre le bassin du Congo et celui du Tchad, et ouvert à notre influence le Baguirmi et tout le bassin du grand lac africain.

Nommé commissaire du gouvernement dans le Chari, Gentil se trouva aux prises avec Rabah. Le lieutenant de vaisseau Bretonnet ayant succombé après une résistance héroïque, Gentil vengea cette mort en infligeant une retentissante défaite à Rabah le 29 octobre 1899, à Kouno. Il opéra ensuite sa jonction avec la mission Joalland-Meynier, venue de l'ouest en janvier 1900, et avec la mission Foureau-Lamy, venue du Nord, le 11 avril 1900. Ce furent les forces militaires des trois missions, réunies sous la direction de Gentil et sous le commandement militaire de Lamy, qui écrasèrent le 22 avril 1900 l'armée de Rabah, au combat de Kousseri.

Gentil, nommé administrateur en chef des colonies en 1901, puis gouverneur en 1904, fut délégué alors dans les fonctions de commissaire général du gouvernement au Congo, qu'il remplit jusqu'en 1908.

En dehors de lettres, d'articles et de conférences relatives à ses missions[1], Emile Gentil a écrit : *La chute de l'empire de Rabah* (Paris [1901], 308 pages, avec carte au 7.000.000e).

Gustave Regelsperger.

§ 3. — Astronomie

La variation des latitudes. — Cette question fort malaisée est toujours à l'ordre du jour, mais elle paraît avoir reçu une réelle et très nouvelle impulsion par les travaux de l'éminent J. Boccardi[2].

D'après les observations des quatre étoiles culminant près du zénith à Pino Torinese, il résulte que la latitude subit des variations à courte période. Au lieu de comparer les observations individuelles avec le montant de l'attraction lunaire sur l'écorce terrestre, comme l'avait fait précédemment le même auteur[3], on fait ici la moyenne de trois observations successives, c'est-à-dire de trois valeurs obtenues successivement, et de proche en proche, par exemple décembre $\frac{1+2+3}{3}$, $\frac{2+3+4}{3}$, etc.; ensuite, on marque sur du papier quadrillé les points correspondant à ces moyennes comme ordonnées, en prenant les temps pour abscisses; enfin, on trace les diagrammes des valeurs successives de φ pour les diverses étoiles observées à Pino.

Ces diagrammes montrent immédiatement des ondulations dans les valeurs de φ : l'amplitude des oscillations est de 0″2 à 0″35; la durée d'une oscillation est de 18 à 20 jours. Et c'est pourquoi, précisément, ces oscillations échappent complètement à ceux qui font les moyennes par dixièmes d'années : aussi, après les recherches de Schumann qui avait tâché de découvrir des variations à courtes périodes dans la latitude d'après les observations des six stations internationales, et celles de Boccardi, qui a pu disposer d'observations ayant une erreur probable de ± 0″046, et se suivant presque de jour en jour dans la période décembre 1913-février 1914, on devrait être amené à changer le plan primitif des observations dans les six stations, et leur emploi pour en obtenir la pollodie.

L'action de la Lune dans ces variations à courtes périodes est révélée surtout parce qu'il y a correspondance entre la position relative des courbes des étoiles prises deux à deux et leur différence d'ascension droite, aussi bien qu'avec le chemin parcouru par la Lune chaque jour.

D'après Boccardi, il est nécessaire de suivre les groupes d'étoiles pendant six, huit, neuf mois, autant qu'il est possible : alors les erreurs des déclinaisons n'auront pas d'influence sur les valeurs de φ, et l'action de la Lune, qui se trouvera à des angles horaires différents, pourra être mieux constatée et évaluée.

§ 4. — Physique

Mesures absolues de l'énergie emmagasinée dans les matières phosphorescentes. — L'étude quantitative de l'émission lumineuse d'un atome métallique individuel, dans le cas d'une excitation unique et complète de celui-ci, est un problème présentant une grande importance pour la théorie de l'émission lumineuse, mais qui n'a pas encore été résolu. Or, les matières phosphorescentes, où les atomes métalliques entrent en jeu séparément, en quantités mesurables et liés à des endroits fixes de l'espace, fournissent la meilleure occasion de résoudre ce problème.

Dans un Mémoire récemment présenté à l'Académie des Sciences de Heidelberg, MM. P. Lenard et W. Hausser rendent compte des expériences qu'ils viennent de faire, comme premier exemple, à l'aide d'une source de lumière auxiliaire de composition spectrale approximativement identique, sur la bande permanente d'un mélange phosphorescent Ca-Bi, où entre en jeu l'émission lumineuse de l'atome de bismuth.

Les auteurs observent que l'énergie lumineuse emmagasinée dans 1 gramme du mélange Ca-Bi 0,01 normal est de $11,3.10^4$ ergs. Dans le mélange 0,1 normal, l'énergie serait très approximativement proportionnelle à la teneur en métal, c'est-à-dire de $11,3.10^3$ ergs = 11,3 mètres/grammes = 0,026 gramme/calorie, ce qui équivaudrait à soulever la masse du corps phosphorescent de 11,3 m. ou à l'échauffer de 0°,14 C.

Comme l'emmagasinement d'énergie semble dû à l'effet photo-électrique sur les atomes métalliques du mélange phosphorescent, les auteurs n'hésitent pas à le réduire à l'unité de poids du métal contenu dans celui-ci. Le chiffre ainsi calculé, par 1 gramme de Bi, est de $5,2.10^{10}$ ergs = 520 mètres/kilogrammes = 1,22 kg/cal., ce qui équivaudrait à soulever la masse du bismuth de 520 km. ou à la réchauffer de 41.000° C. (la chaleur spécifique étant de 0,03).

Quant à l'énergie par atome métallique, on peut dire que, le poids de l'atome de bismuth étant connu, un emmagasinement d'énergie maximum de $18,4.10^{-12}$ erg correspond à chaque atome métallique.

Afin de retirer de ces recherches un résultat d'une importance théorique, les auteurs recourent à l'hypothèse suivant laquelle l'excitation des mélanges phosphorescents consisterait dans la séparation d'électrons de l'atome métallique, et la décroissance d'activité dans le retour de ces électrons. D'autre part, ils admettent que le résultat de M. Planck relatif aux *quanta* d'énergie de l'émission lumineuse s'applique aussi aux mélanges phosphorescents. Comme, dans le cas de la bande α Ca-Bi, il s'agit de lumière de la longueur d'onde maxima de 445 μμ, il convient d'adopter, comme élément d'énergie, $4,44.10^{-12}$ erg; la quantité d'énergie trouvée pour l'atome fournit, par conséquent, 18,4/4,44 = 4 *quanta* de lumière par atome de bismuth. C'est dire que chaque atome de bismuth, dans les centres permanents de la bande α d'un mélange phosphorescent Ca-Bi, provoque, pendant l'excitation, un emmagasinement maximum d'énergie suffisant pour déterminer, lors de la décroissance de la phosphorescence, l'émission de 4 *quanta* de lumière. A. G.

Nouvelle machine électrostatique. — La caractéristique de cette nouvelle machine, due à M. Wommelsdorf, réside dans la forme et l'arrangement des plaques; les plaques mobiles et les plaques

[1] Georges Brüel : *Bibliographie de l'Afrique équatoriale Française*, 1914, p. 90-91.
[2] Cf. *Comptes rendus* et *Saggi d'Astronomia*, Mars 1914.
[3] *Bulletin astronomique*, Juin 1913.

fixes pénètrent les unes dans les autres, de façon à constituer une sorte de condensateur à plaques; de là le nom de machine-condensateur donné à l'appareil.

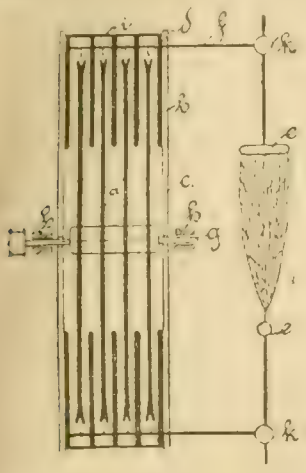


Fig. 1. — *Schéma de la machine électrostatique de Wommelsdorf*; *a*, disques mobiles; *b*, champs fixes; *g*, axe des disques; *h*, paliers; *e*, éclateur; *k*, bornes.

L'arrangement général est illustré par la figure ci-contre.

La machine comprend un, deux, trois, etc., disques mobiles *a*, placés entre des champs fixes *b*; les disques sont montés sur un axe *g* qui tourne dans les paliers *h*; ceux-ci font partie d'une enveloppe qui enferme tout le système et le met à l'abri de la poussière, de l'humidité, etc.

Dans les premières machines construites sur ce principe, l'enveloppe était en une seule pièce; mais actuellement elle est partagée en deux parties, de sorte qu'il suffit de dévisser quelques écrous pour avoir accès aux plaques, si l'on doit les nettoyer, les reviser, les réparer, etc.

Sur l'axe des disques est monté un polarisateur qui est agencé de telle façon qu'il court-circuite à la fois les électrodes et les champs statiques, et dont le but principal est de produire et de maintenir une polarité déterminée sur les conducteurs induits; il agit conjointement avec des contacts fixes et deux contacts réglables, qui le mettent en communication électrique avec les disques tournants; une vis, qui est montée sur la traverse isolante de la machine, fixe le polarisateur dans la position voulue.

Entre les collecteurs et les conducteurs sont insérés des éclateurs auxiliaires, qui servent à régler le débit de la machine, ainsi que deux interrupteurs au moyen desquels on met en circuit ou hors circuit les bouteilles de Leyde; comme la longueur d'étincelle de la machine est très longue, les bouteilles sont hautes, et, pour que l'encombrement en soit réduit, elles sont encastrées dans le socle de la machine; sur le socle est encore placé un éclateur sur lequel se produisent des décharges oscillantes et auquel on relie les instruments dans les expériences sur les courants à haute fréquence.

Les plateaux sont en ébonite et recouverts d'une couche de bakelite ou ambre artificielle; la bakelite forme sur les pièces une sorte d'émail très adhérent, dur, brillant et noir, qui ne se détache pas, même lorsqu'on l'attaque au couteau.

Au lieu d'être collés sur les plateaux, les lamelles ou secteurs métalliques sont immergés ou vulcanisés dans les plaques. Cette construction augmente considérablement la puissance des appareils et la tension qu'ils produisent, ainsi que leurs facultés d'auto-excitation; elle donne aussi des disques plus durables et qui ne sont pas détériorés peu à peu, ainsi que cela a lieu avec les autres constructions, par les parcelles métalliques arrachées aux peignes, aux balais et aux secteurs.

Le tableau établit une comparaison entre la machine de Wommelsdorf et les plus fortes machines à influence Holtz-Wimshurst existantes.

Les intensités ci-dessus indiquées ont été relevées en opérant dans des conditions conformes à celles que l'on peut réaliser en pratique, au point de vue du nombre de tours, de l'angle de polarisation, etc.; il est possible d'augmenter le débit des machines d'influence, mais il faut pour cela admettre les angles de polarisation qui n'ont pas de valeur en pratique; si l'on rend l'angle à peu près nul, le courant augmente considérablement, mais alors la distance de décharge est réduite à 1 millimètre tout au plus, c'est-à-dire qu'elle n'atteint plus le 100e de la longueur de décharge normale de la machine; dans les expériences qui ont servi de bases aux essais ci-dessus visés, on a opéré avec des angles de polarisation de 30°.

La machine de M. Wommelsdorf est principalement destinée aux applications de l'électrothérapie, des rayons Rœntgen, etc. H. M.

Tableau I. — *Comparaison entre la machine de Wimshurst et la machine de Wommelsdorf.*

	Machine Holtz-Wimshurst					Machine Wommelsdorf					
Diamètre des plateaux tournants en cm	26	35	45	55	41	26	45	55	55	55	55
Nombre de plateaux tournants	2	2	2	2	8	1	1	1	3	5	7
Longueur maximum de décharge possible en mm	100	150	190	220	170	175	290	350	350	330	350
Intensité maximum, microampères	15	40	60	70	110	350	450	600	1.600	2.500	3.500

§ 5. — Géologie

Les dégagements de grisou. — Dans une communication à la Société de l'Industrie minérale, M. Laligant, ingénieur à la Compagnie des Mines de houille de Besseges (Gard), émet l'hypothèse suivante sur les phénomènes auxquels seraient dus les dégagements de grisou. Le grisou ne préexisterait pas dans la houille; il serait un produit de dissociation d'hydrocarbures complexes faisant partie constitutive de la houille, dissociation commençant à basse température, premier stade d'une décomposition qui se continue à température plus élevée quand on distille le charbon. M. Laligant propose de désigner sous le terme de « *pouvoir grisouteux* » d'une houille la quantité de grisou que l'unité de poids de cette houille est capable de dégager. On n'a pas trouvé de méthode permettant de déterminer de façon probante ce pouvoir grisouteux.

Pour amorcer la dissociation de la houille en grisou, il faut une source d'énergie extérieure; une fois le phénomène commencé, il se continue, exactement comme dans le cas de la distillation de la houille; le phénomène étant exothermique, il faut un apport de chaleur pour mettre en route la distillation, qui ensuite se poursuit d'elle-même. Dans le cas du grisou, ce serait l'action mécanique exercée par les explosifs, ainsi que par la pression des terrains encaissants qui agirait comme amorce. Les dégagements brusques de grisou tiendraient soit à la présence d'une couche de pouvoir grisouteux élevé, et le dégagement serait alors très abondant, soit à une action mécanique intense. S'appuyant sur cette hypothèse, l'auteur donne certaines indications sur le mode d'exploitation des gisements. Comme mesures préventives, les meilleurs

résultats seront obtenus (et la pratique l'a vérifié pour les houillères du bassin du Gard) par les tirs d'ébranlement qui provoquent des dégagements abondants de grisou, sans aucun danger, des mesures de précaution pouvant être prises à l'avance. **M. Desmarets.**

§ 6. — Zoologie

Le vol de la mouche domestique. — M. E. Hindle a fait à Cambridge, pendant les mois d'été, une série d'expériences sur l'étendue du vol de la mouche domestique. Plus de 25.000 mouches (colorées par la méthode de Nuttall) ont été mises en liberté dans des conditions météorologiques variables, et 50 stations ont été établies en divers endroits pour les capturer. Voici quelques observations de l'auteur[1] :

La mouche domestique tend à se déplacer contre ou à travers le vent. Cette direction peut être déterminée directement par l'action du vent ou indirectement, les mouches étant attirées par les odeurs que le vent apporte d'une source de nourriture.

Les conditions principales qui favorisent la dispersion des mouches sont un beau temps et une température chaude; la nature du lieu est aussi un facteur considérable, les mouches ne se déplaçant pas aussi loin dans les villes qu'à la campagne, probablement parce que les maisons leur offrent de la nourriture en abondance.

La hauteur à laquelle les mouches sont mises en liberté et l'heure du jour influent sur leur dispersion; elles ne se dispersent pas autant quand elles sont libérées dans l'après-midi que le matin.

Le vol maximum usuel dans les villes denses semble être d'environ 400 mètres; mais dans un cas isolé une mouche fut capturée à 700 mètres, une partie de ce trajet se trouvant, il est vrai, en terrain découvert.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Découverte de terres nouvelles dans l'Océan Glacial Arctique. — Des îles d'une certaine étendue ont été découvertes en 1913, dans l'Océan Glacial Arctique, au nord du cap Tchéliouskine, qui marque, par 77° 36′ 8″ lat. N., en avant de la presqu'île sibérienne de Taïmyr, le point le plus septentrional atteint par la bordure continentale du bassin arctique. On avait cru jusqu'ici que la mer couvrait sans discontinuité l'espace compris entre cette partie du littoral asiatique et le pôle, et l'on peut s'étonner qu'aucun des explorateurs qui ont contourné le cap Tchéliouskine, Nordenskjöld, Nansen, le baron Toll, n'ait soupçonné l'existence de terres dans cette zone. Mais il ne faut pas perdre de vue que ce passage n'a été doublé qu'en serrant de très près la côte à cause des glaces accumulées dans la région et, de plus, que le brouillard, s'y montrant souvent très dense, obstrue complètement la vue. Quant au point par où est passé Nansen au cours de la dérive du *Fram*, il était beaucoup plus septentrional (83° lat. N.) que les terres récemment découvertes.

C'est à une expédition russe organisée dans le but de poursuivre des études hydrographiques dans l'Océan Glacial Arctique, que revient le mérite de la découverte de terres nouvelles[2]. Depuis déjà trois années, des campagnes de ce genre avaient été entreprises sur la côte nord de la Sibérie orientale par deux brise-glaces, le *Taïmyr* et le *Vaigatch*, stationnés à Vladivostok. En 1911, ils ont effectué une reconnaissance jusqu'à l'embouchure de la Kolyma et, en 1912, ils ont atteint les parages du cap Tchéliouskine. En 1913, ils se sont avancés un peu plus loin encore, sous la conduite du capitaine de l'un des deux navires, le commandant Vilkitski, fils du savant hydrographe, le général A. I. Vilkitski, auquel on est redevable d'une importante exploration du littoral entre le Yougor Char et l'embouchure de l'Iénisei[1].

L'expédition laissa la baie d'Anadyr le 3 août 1913 (nouveau style) et, deux jours plus tard, doubla le cap Dechnev. Le détroit de Behring franchi, le *Vaigatch*, commandé par le lieutenant de vaisseau Novopachenni, fit route vers le nord et s'approcha de l'île Wrangel, mais pas à moins de dix milles à cause des glaces, tandis que le *Taïmyr*, avec le commandant Vilkitski, longeait dans la direction de l'ouest la côte de Sibérie, où il rencontra d'épaisses banquises et, seulement près du cap Chelagski, de l'eau libre.

Le 15 août, par le méridien du cap Baranov (environ 164° long. E. Gr.), les deux bateaux se trouvèrent en eau libre. Le *Vaigatch* continua à longer la côte en opérant des sondages, et le *Taïmyr*, sous les ordres du commandant Vilkitski, entama une reconnaissance hydrographique, au nord de l'archipel de la Nouvelle-Sibérie. Le 19 août, ce dernier bâtiment découvrit, au nord-est de ce groupe, une petite île de plusieurs milles de tour et d'origine volcanique, qui fut appelée île du Général Vilkitski. Décrivant un large circuit au nord des îles de la Nouvelle-Sibérie, le *Taïmyr* rejoignit le *Vaigatch* à l'île Preobajeni ou Transfiguration, près de la côte orientale de la presqu'île de Taïmyr, le 22 août. Dans le trajet on ne trouva aucune autre terre nouvelle, de sorte que rien ne vint confirmer l'existence de l'île Sannikov qui passait pour être située vers l'ouest de l'archipel de la Nouvelle-Sibérie au nord de l'île Kotelnyi, par 140° long. E., et à la recherche de laquelle le baron Toll était parti en 1900.

Le 31 août, les deux navires étaient arrivés au cap Tchéliouskine, après avoir procédé à des levers hydrographiques sur la côte. Ils trouvèrent la route vers l'ouest obstruée par une barrière ininterrompue de glace. Force fut aux navigateurs d'obliquer vers le nord-est. L'expédition rencontra alors, à 30 milles du cap Tchéliouskine, une île allongée et large de 7 milles, qui reçut le nom d'île du Tsarevitch Alexis.

Contournant la nouvelle terre par son côté est, l'expédition prit la direction du nord-ouest et, après avoir parcouru une distance de 13 milles, elle découvrit le 3 septembre une autre terre inconnue, beaucoup plus étendue, qui était montagneuse et de nature volcanique, et couverte de glaciers. A 7 milles du rivage, un sondage donna 190 mètres. On débarqua sur la côte par 82° 4′ lat. N. et 97° 12′ long. E. Gr. Cette terre fut appelée terre de l'Empereur Nicolas.

Le soir même, l'expédition leva l'ancre et les deux brise-glaces se mirent en route pour essayer de contourner la nouvelle terre, de façon à gagner l'ouest. Mais, après avoir exploré la côte pendant 20 milles, elle ne trouva aucune issue. Elle parvint ainsi jusqu'à 81° lat. N., par 96° long. E. En ce point, les rives n'étaient plus visibles et la route était fermée dans toutes les directions par une épaisse banquise au travers de laquelle on ne pouvait espérer trouver un passage. L'expédition dut revenir en arrière et elle regagna le cap Tchéliouskine. Elle opéra donc son retour par l'est, passa un peu plus au nord que le *Taïmyr* à l'aller, toucha à nouveau l'île Bennett, et arriva à Petropavlovsk, dans le Kamtchatka, le 26 octobre.

Gustave Regelsperger.

---

[1] *Proc. of the Cambridge Phil. Soc.*, t. XVII, n° 4, p. 310.

[2] *Aftenpost* (Christiania), 15 novembre 1913, numéro du soir, n° 580; Ein neues Polarland entdekt (Dr A. Petermanns *Mitteilungen*, novembre 1913, p. 269); The Land North of Siberia (*The Geographical Journal*, novembre 1913, p. 466-469); The Russian hydrographical expedition to the North of Siberia : the New land (*Ibid.*, janvier 1914, p. 64-65); Général J. de Schokalsky : The Russian hydrographical expedition to the Arctic Ocean (*The Scottish Geographical Magazine*, février 1914, p. 87-90); *La Géographie*, 15 nov. 1913, p. 329-330; 15 janv. 1914, p. 59-61; 15 mars 1914, p. 210-212.

[1] *Annales de Géographie*: XVe Bibliogr. géogr. annuelle (1905), nos 243 et 1014: XXIIe Bibl. géogr. ann. (1912), n° 610.

SUR QUELQUES CONSÉQUENCES PHYSICO-CHIMIQUES DES MESURES DE VISCOSITÉ

Parmi les mesures physico-chimiques susceptibles de jeter un jour nouveau sur la structure moléculaire figurent au premier plan celles relatives à la viscosité. Les résultats obtenus ont été résumés récemment en deux mémoires parus dans *The Physical Review* (décembre 1912 et février 1913) par M. Eugène Bingham. Comme les mesures de viscosité semblent un peu délaissées en France, la *Revue* a pensé qu'un bref exposé des principales relations qu'on a tirées de la discussion de ces mesures pourrait intéresser le public scientifique français[1].

I. — Définitions et généralités.

La *viscosité* ou *frottement intérieur des liquides* se mesure par la vitesse d'écoulement de ces liquides à travers un tube capillaire. Les lois de l'écoulement ont été résumées par Poiseuille sous la forme suivante :

$$v = \frac{1}{\eta}\frac{\pi r^4}{8l}p;$$

v désigne le volume écoulé par seconde, r le rayon du tube, l sa longueur et p la pression qui produit l'écoulement. Si l'on mesure toutes ces grandeurs en unités C.G.S., le coefficient η porte le nom de *coefficient de viscosité*.

Il est souvent avantageux de considérer non le coefficient η, mais son inverse $\varphi = \frac{1}{\eta}$, auquel on donne le nom de *coefficient de fluidité*. On peut, d'ailleurs, donner de ce coefficient une autre définition : considérons deux plans horizontaux A et B situés à l'unité de distance l'un de l'autre dans une substance visqueuse; faisons agir sur A une force unité par unité d'aire; la vitesse que prend A par rapport à B mesure le coefficient de fluidité de la substance.

Beaucoup de relations se traduisent plus simplement avec les coefficients de fluidité qu'avec les coefficients de viscosité. Aussi bien peut-on comparer ces coefficients à la résistivité et à la conductivité électriques. Mise sous la forme :

$$\frac{8l}{\pi r^4}v = \frac{p}{r},$$

la loi de Poiseuille devient analogue à la loi de Ohm :

$$I = \frac{E}{R}.$$

Or, quand on considère un ensemble de conducteurs, dans certains cas (association en série) la résistance de l'ensemble est égale à la somme des résistances; dans d'autres (association en dérivation) la conductance de l'ensemble est égale à la somme des conductances; dans d'autres (association mixte), le résultat est plus compliqué. Si l'on veut avoir des relations simples, il sera particulièrement avantageux, dans le premier cas, de considérer les résistances, et dans le deuxième les conductances.

De même, dans un liquide non homogène, il arrive parfois que la viscosité de l'ensemble soit égale à la somme des viscosités des parties constituantes, et parfois aussi que la fluidité de l'ensemble soit égale à la somme des fluidités. Dans le premier cas, la considération des viscosités pourra simplifier certaines relations; dans le second, il vaudra mieux utiliser les fluidités.

Voyons d'abord comment, d'après les résultats des mesures, on pourra s'assurer facilement de celle des deux alternatives qui est réalisée.

Considérons un mélange de deux substances dont les fluidités sont respectivement φ_1 et φ_2, les viscosités η_1 et η_2, et désignons par m_1 et m_2 les fractions du volume total occupées par ces deux composants. Si les fluidités sont additives, la fluidité du mélange sera donnée par la relation :

$$(1) \qquad \varphi = m_1\varphi_1 + m_2\varphi_2;$$

si ce sont les viscosités la viscosité du mélange aura pour valeur :

$$(2) \qquad \eta = m_1\eta_1 + m_2\eta_2.$$

Dans ce dernier cas, la fluidité correspondante sera donnée par :

$$\frac{1}{\varphi'} = m_1\eta_1 + m_2\eta_2 = \frac{m_1}{\varphi_1} + \frac{m_2}{\varphi_2},$$

d'où :

$$(3) \qquad \varphi' = \frac{\varphi_1\varphi_2}{m_2\varphi_1 + m_1\varphi_2}.$$

Comparons les valeurs des fluidités φ et φ' qu'on obtient à partir de l'une et de l'autre hypothèse. Pour m_1 égal à 0 ou 1 (c'est-à-dire m_2 égal à 1 ou 0), φ et φ' sont égaux. Sauf ces cas limites, dans lesquels il n'y a plus mélange, il est facile de voir que

[1] Pour l'exposé des théories relatives à la viscosité et la discussion minutieuse des expériences de mesures, on consultera avec fruit le bel ouvrage de M. Marcel Brillouin : *Leçons sur la Viscosité des liquides et des gaz* (Gauthier-Villars, éditeur).

φ est toujours supérieur à φ'. On peut, en effet, écrire l'équation (1) sous la forme :

$$\varphi = \frac{(m_1\varphi_1 + m_2\varphi_2)}{m_2\varphi_1 + m_1\varphi_2} \cdot \frac{(m_2\varphi_1 + m_1\varphi_2)}{m_2\varphi_1 + m_1\varphi_2},$$

c'est-à-dire :

$$\varphi = \frac{(m_1^2 + m_2^2)\varphi_1\varphi_2 + m_1 m_2(\varphi_1^2 + \varphi_2^2)}{m_2\varphi_1 + m_1\varphi_2}.$$

Le numérateur de la différence $\varphi - \varphi'$ est :

$$(m_1^2 + m_2^2)\varphi_1\varphi_2 + m_1 m_2(\varphi_1^2 + \varphi_2^2) - \varphi_1\varphi_2.$$

D'ailleurs, comme $m_2 = 1 - m_1$, on peut l'écrire :

$$m_1(1 - m_1)[\varphi_1^2 + \varphi_2^2 - 2\varphi_1\varphi_2].$$

Il est positif, sauf lorsque φ_1 et φ_2 sont égaux : dans ce cas, il s'annule. Ainsi, sauf lorsque les fluidités des constituants sont égales, la valeur de la fluidité que l'on obtient par la règle des mélanges en supposant les fluidités additives est supérieure à celle que l'on a lorsque les viscosités sont additives. Inversement, les valeurs de la viscosité dans la première hypothèse sont inférieures à celles que fournit la seconde.

L'équation (1) peut s'écrire :

$$(1') \qquad \varphi = \varphi_1 + (\varphi_2 - \varphi_1)m_2;$$

la variation de φ en fonction de la concentration m_2 est linéaire. La viscosité correspondante :

$$\eta = \frac{1}{\varphi_1 + (\varphi_2 - \varphi_1)m_2}$$

est représentée en fonction de m_2 par une hyperbole équilatère.

Dans la seconde hypothèse, au contraire, la viscosité varie linéairement en fonction de la concentration, et la fluidité a une variation hyperbolique.

II. — Viscosité des mélanges homogènes et des suspensions.

La plupart des auteurs qui ont mesuré la viscosité d'un *mélange de liquides miscibles et indifférents au point de vue chimique* ont constaté que cette viscosité ne varie pas linéairement en fonction de la concentration. Les viscosités observées ont généralement une valeur inférieure à celle qu'indiquerait la règle des mélanges.

Pendant longtemps, on a cru qu'il n'y avait aucune relation simple entre la viscosité d'un mélange et celle de ses constituants. C'est peut-être qu'on s'acharnait à raisonner sur les viscosités, alors que les faits se traduisent plus simplement à l'aide des fluidités.

Si, en effet, on représente en fonction de la concentration, non les viscosités, mais les fluidités, on obtient très sensiblement des droites. C'est ce que montrent les courbes de la figure 1, qui sont toutes relatives à des mélanges binaires dont les courbes de viscosité présentent une concavité très nette ; pour permettre la comparaison, on a représenté une de ces courbes. D'où cette conclusion : dans les mélanges de liquides purs, les fluidités sont additives[1].

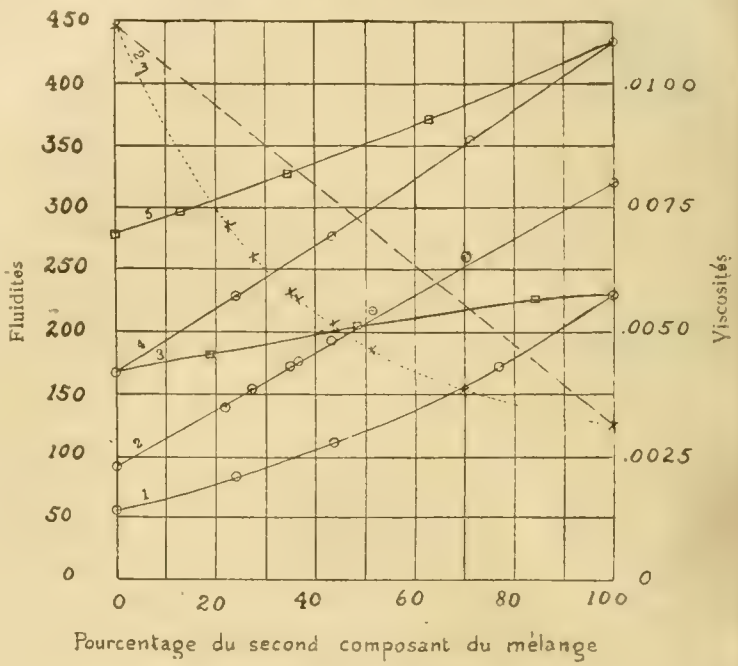


Fig. 1. — *Courbes de fluidités.* — 1, mélange nitrobenzène et acétate d'éthyle à 25° ; 2, mélange alcool éthylique et acétone à 25° ; 3, mélange benzène et acétate d'éthyle à 25° ; 4, mélange benzène et éther à 25° ; 5, mélange sulfure de carbone et éther éthylique à 25°. — 2 η, *Courbe des viscosités* (en ponctué) *de l'alcool éthylique et de l'acétone à 25°* : si les viscosités étaient additives, cette courbe devrait être linéaire.

Un liquide pur, porté à différentes températures, peut être considéré comme un mélange suivant des proportions variables de deux échantillons du liquide pris à des températures constantes. Si cette hypothèse est exacte, les courbes représentant les variations de la fluidité avec la température doivent être des droites.

Cela est approximativement vérifié, comme on peut le voir sur les courbes de la figure 2, qui donnent les variations de la fluidité et de la viscosité du mercure et de l'eau entre 0° et 100°. Les courbes relatives à la fluidité se rapprochent beaucoup plus

[1] Sur les courbes de la figure 1, les abscisses représentent les proportions en *poids* de l'un des composants du mélange. Les résultats seraient meilleurs si l'on prenait les proportions en *volume*.

d'une droite que celles de la viscosité; en particulier, la courbe de fluidité du mercure est presque rigoureusement rectiligne.

Aussi bien, comme on le montrera plus loin, la fluidité est étroitement liée au volume spécifique, et, comme le volume d'un liquide ne varie pas linéairement en fonction de la température, il peut en résulter des perturbations. Il faut également tenir compte des phénomènes d'association moléculaire et de dissociation; les alcools, très fortement associés, du moins vers les basses températures, donnent des courbes très différentes d'une

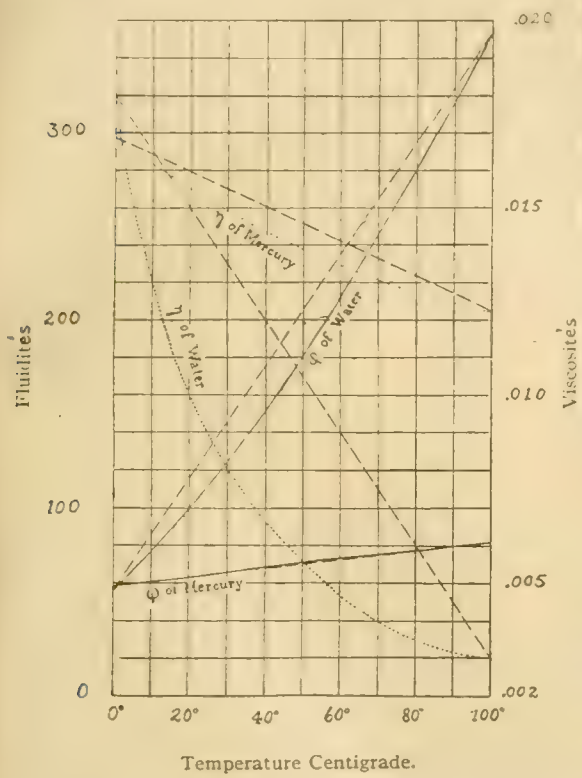


Fig. 2. — *Courbes de fluidités* (en traits continus) *et de viscosités* (en traits ponctués) *pour le mercure et l'eau.*

ligne droite; les écarts s'atténuent aux températures élevées.

Les *émulsions*, les *suspensions* et les *solutions colloïdales* pourraient être envisagées simultanément. La principale différence entre ces divers cas provient de ce que les deux constituants d'une émulsion ont une fluidité mesurable, alors que les particules solides des suspensions et des solutions colloïdales ont une fluidité très sensiblement nulle.

Quand les gouttes individuelles d'une émulsion ont une grandeur suffisante, les viscosités peuvent être additives. C'est ce que montre l'exemple très simple suivant : Prenons un seau de peinture à l'huile dans lequel la peinture s'est déposée. L'agitation est d'abord très difficile. On peut en conclure que la résistance visqueuse doit être égale à celle de la couleur déposée, qui est très grande, augmentée de celle de l'huile, qui est faible. Si, en effet, les fluidités étaient additives, l'agitation du mélange serait aisée, car la fluidité, très faible, du pigment déposé, augmentée de celle, beaucoup plus grande, de l'huile surnageante, donnerait une valeur sensiblement égale à la fluidité de l'huile seule. D'ailleurs, par un mélange complet, la fluidité augmente — la viscosité est abaissée; c'est donc seulement tout à fait au début que les viscosités sont additives.

L'aspect probable d'une émulsion passant au travers d'un tube capillaire est représenté sur la figure 3. Par suite du frottement contre les parois, le front des globules tend à devenir plus convexe et la partie postérieure moins convexe qu'au repos. Quand les globules ont un diamètre faible, mais pourtant suffisant pour tenir la section entière du tube, le mouvement du liquide n'est pas uniquement longitudinal; il est, comme l'indiquent les flèches de la figure, en partie transversal.

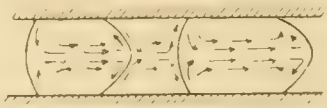


Fig. 3. — *Aspect supposé d'une émulsion coulant à travers un tube capillaire.*

Si le mouvement du liquide est parfaitement longitudinal, il est facile de se rendre compte que les viscosités sont strictement additives. La viscosité résultante aura donc une valeur supérieure à celle que posséderait une solution parfaite des liquides émulsionnés. D'ailleurs, l'effet des mouvements transversaux est encore d'accroître cette valeur, de sorte que la viscosité d'une émulsion doit avoir une valeur exceptionnellement grande.

On obtient une confirmation de ces vues par l'étude des mélanges liquides qui ont une température critique. On peut, en effet, pour des températures voisines, mesurer la valeur que prend la fluidité lorsque les composants forment une émulsion (au-dessous de la température critique) et lorsqu'ils se dissolvent mutuellement (au-dessus de la température critique). Tous les auteurs ont constaté un accroissement anormal de la viscosité au-dessous de la température critique.

Ainsi, dans les solutions parfaites, les fluidités sont additives. Dans les émulsions, ce sont plutôt les viscosités. Pour les suspensions de particules solides très ténues, il est facile de voir *a priori* qu'aucune de ces deux hypothèses n'est correcte. Si, en effet, les viscosités étaient additives, la viscosité de la suspension devrait être infinie. Si les

fluidités s'ajoutaient, la fluidité devrait garder une valeur constante. En réalité, la fluidité prend une valeur intermédiaire entre les deux précédentes.

Les expériences ont porté sur diverses poudres très fines, telles que la terre d'infusoires, l'encre de Chine, en suspension dans l'eau. Quand la concentration du solide augmente, la fluidité de la suspension diminue linéairement et s'annule pour

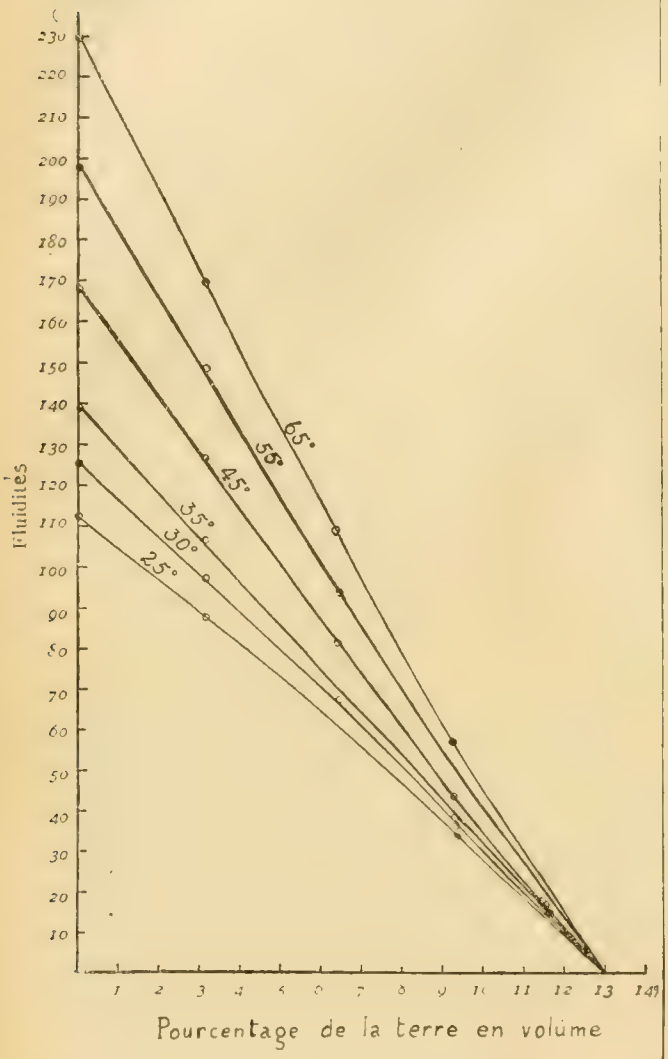


Fig. 4. — *Fluidités des suspensions de terre d'infusoires dans l'eau à différentes températures et pour diverses concentrations.*

une valeur de la concentration qui n'est pas très élevée[1] (voir fig. 4 et 5). Cette valeur est indépendante de la température. L'influence que pourrait avoir la pression n'a pas été étudiée; c'est d'ailleurs un point qu'il serait intéressant d'approfondir.

Il semble difficile *a priori* d'admettre que la fluidité d'une suspension puisse être nulle. Si, en effet, l'on renverse le flacon qui renferme la suspension de fluidité nulle, celle-ci s'écoule sans aucune difficulté. En réalité, le flux qui se produit ainsi doit être de nature plastique et non de nature visqueuse, la différence entre les deux cas étant la suivante : dans un milieu capable de donner un flux visqueux, une force tangentielle, même très faible, produira une déformation continue; dans un milieu plastique, une force tangentielle minima est nécessaire. Si cette explication est correcte, le zéro de fluidité sépare les milieux visqueux des

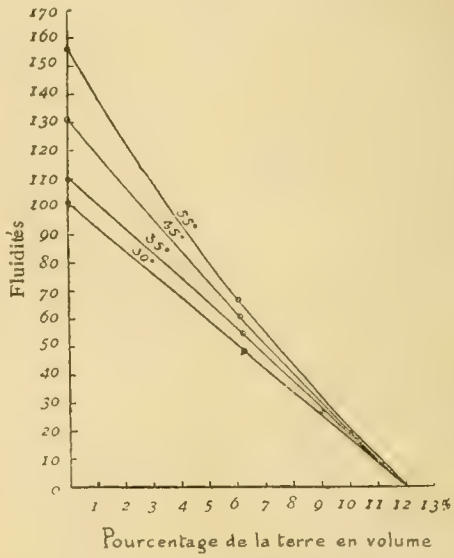


Fig. 5. — *Fluidités des suspensions de terre d'infusoires dans l'alcool éthylique à différentes températures et pour diverses concentrations.*

milieux plastiques; et alors il semble bien que ce zéro doive varier avec la pression, car, pour une pression suffisante, les solides eux-mêmes acquièrent une certaine fluidité.

Désignons par φ_2 la fluidité du liquide et par m_1 la proportion du solide en suspension. En se reportant aux courbes des figures 4 et 5, on voit que la variation de la fluidité avec la concentration est linéaire :

$$\varphi = \left(1 - \frac{m_1}{c_1}\right)\varphi_2,$$

c_1 étant une constante inférieure à l'unité. Si l'on compare cette formule avec celle qu'on devrait avoir si les fluidités étaient additives :

$$\varphi = m_1\varphi_1 + (1 - m_1)\varphi_2,$$

et qui devient ici, φ_1 étant nul :

$$\varphi = (1 - m_1)\varphi_2,$$

on voit que l'effet des mouvements transversaux

[1] Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer à ce propos l'intérêt qui peut s'attacher à un choix convenable du mode de représentation des phénomènes. Si l'on avait envisagé les viscosités au lieu des fluidités, les relations simples que présentent les suspensions n'auraient apparu que très difficilement, car les courbes de viscosités se rencontreraient seulement à l'infini.

dus à la présence des particules solides est d'accroître la concentration apparente du solide; tout se passe comme si chaque particule abaissait la fluidité du liquide environnant; il est probable que chaque particule se recouvre d'une couche de liquide et, quand l'ensemble des particules ainsi recouvertes de la couche immobile occupe le volume total, la fluidité s'annule.

Le zéro de fluidité varie avec la nature de la substance en suspension; comme toutes les substances que l'on a utilisées sont insolubles dans le liquide, la variation ne peut avoir pour cause que des différences dans la grosseur des particules. Si l'explication qu'on vient de donner du zéro de fluidité est correcte, la fluidité doit aller en décroissant quand la grosseur des particules diminue, puisque la surface totale des particules est alors augmentée. Et, en effet, les substances à l'état colloïdal ont une fluidité très faible; le zéro de

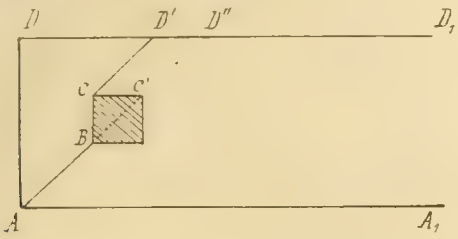


Fig. 6.

fluidité des solutions colloïdales d'argent est atteint pour des concentrations d'argent inférieures à 1 °/₀ en volume.

La fluidité dépend également de la nature du liquide dans lequel on effectue la suspension. L'addition d'un électrolyte, même en quantité très faible, exerce une action très nette : il y a diminution de la fluidité pour les électrolytes qui donnent des ions H et augmentation pour ceux qui donnent des ions OH.

On peut se rendre compte, théoriquement, de l'influence que doit avoir la fluidité du milieu liquide sur celle de la suspension. Reportons-nous pour cela à la figure 6. Supposons la surface inférieure AA_1 stationnaire, alors que la surface supérieure est soumise à une force tangentielle dirigée vers la droite qui amène le point D en D'' dans l'unité de temps. La distance d'un point de la ligne AD'' à la ligne AD représente la vitesse de la couche correspondante. Mais si le liquide de B en C est remplacé par un solide que, pour la commodité, nous supposerons avoir une forme cubique, et s'il n'y a pas glissement du liquide contre le solide, la vitesse du fluide sera constante de B en C et la courbe représentant les vitesses sera ABCD'. Il y a une perte de vitesse ou de fluidité :

$$D'D'' = CC',$$

proportionnelle au volume du solide. On a donc :

$$\frac{D'D''}{DD''} = \frac{BC}{AD} = m_1,$$

m_1 désignant le pourcentage en volume du solide.

Avec un autre liquide, la vitesse de la surface DD_1 peut avoir une valeur différente DD^{IV}, mais pour une même valeur de la concentration le rapport $\frac{BC}{AD}$ ne change pas. La diminution de la fluidité d'un liquide produite par l'addition d'une quantité donnée d'un solide finement divisé est directement proportionnelle à la fluidité du liquide. Ce qu'on peut traduire par la relation très simple :

$$\frac{\Delta\varphi}{\varphi} = Kc,$$

$\Delta\varphi$ représentant la diminution de fluidité produite dans un milieu de fluidité φ par des particules en suspension dont la concentration en volume a la valeur c; la constante K est indépendante de la nature du liquide et de celle des particules en suspension.

De cette propriété on peut déduire les deux conséquences suivantes :

1° La valeur de la concentration pour laquelle la fluidité s'annule ($\Delta\varphi = \varphi$) est indépendante du liquide. Cela est vérifié en gros : les fluidités de l'alcool et de l'eau à l'état pur ont des valeurs très différentes, 156,5 et 197,8 à 55° ; cependant la fluidité s'annule pour des concentrations extrêmement voisines, 12 °/₀ dans l'alcool et 13 °/₀ dans l'eau (l'accord est satisfaisant si l'on considère les effets que peuvent avoir de petites traces d'impuretés).

2° Pour un même milieu, $\frac{\Delta\varphi}{\varphi}$ est indépendant de la température. Donc la valeur de la concentration pour laquelle la fluidité s'annule doit être indépendante de la température. Cela est bien vérifié (voir les courbes des fig. 4 et 5).

III. — Relations entre la viscosité et les autres propriétés.

La viscosité d'un corps pur est étroitement liée aux autres propriétés chimiques. C'est surtout dans les composés organiques que ces relations apparaissent le mieux. Mais la plupart d'entre elles prennent une forme particulièrement simple si l'on considère, non pas les viscosités, mais leurs inverses, c'est-à-dire les fluidités.

§ 1. — Température d'ébullition.

Dans une même série homologue et *pour des substances non associées*, la fluidité varie linéairement en fonction de la température d'ébullition. C'est ce que montrent les courbes des figures 7 et 8,

qui représentent les fluidités de diverses substances aux différentes températures : si l'on prend les points correspondant aux températures d'ébulli-

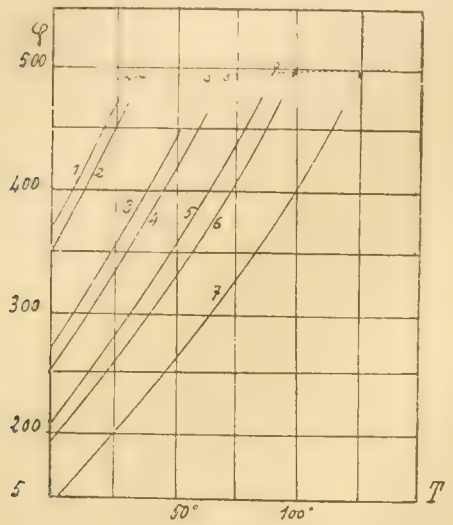


Fig. 7. — *Fluidités de quelques hydrocarbures à différentes températures.* — 1, isopentane; 2, pentane; 3, isohexane; 4, hexane; 5, isoheptane; 6, heptane; 7, octane.

tion, on constate que ces points se placent généralement sur une droite; pour les points de la figure 7, la droite est sensiblement parallèle à l'axe des températures.

Pour les substances que l'ensemble de leurs propriétés physiques conduit à considérer comme

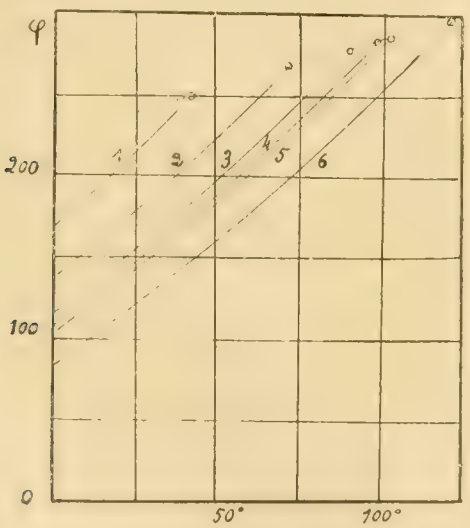


Fig. 8. — *Fluidités de quelques éthers à différentes températures.* — 1, iodure de méthyle; 2, iodure d'éthyle; 3, iodure de propyle; 4, iodure d'isopropyle; 5, iodure d'isobutyle; 6, iodure d'allyle.

associées (carbures aromatiques, acides, alcools, éthers, cétones), la propriété précédente ne se vérifie pas; quand les corps appartiennent à une même série homologue, les fluidités aux températures d'ébullition fournissent des points qui se placent sur une courbe régulière, mais qui n'est plus une ligne droite.

§ 2. — Tensions de vapeur.

Les carbures représentés sur la figure 7 ont à leurs températures d'ébullition des fluidités à peu près identiques. Cela est sans doute une coïncidence; mais il est probable que la coïncidence n'est pas particulière à la pression 760 millimètres et doit se retrouver pour toutes les pressions. Si, en effet, on porte en abscisses les tensions de vapeur et en ordonnées les valeurs de la fluidité aux températures correspondantes, les points obtenus pour les carbures de la figure 7 se placent sur une même courbe.

Cette propriété n'est pas générale. Les courbes représentant les variations de la fluidité en fonction des tensions de vapeur pour les substances non associées sont analogues, mais non identiques. Mais on peut amener toutes les courbes à coïncider par une réduction convenable des ordonnées:

Soit tracée, par exemple, la courbe du corps A. Désignons par φ_A la fluidité du corps A à sa température d'ébullition. Supposons que la fluidité du corps B à sa température d'ébullition ait une valeur différente φ_B. Si l'on multiplie les fluidités du corps B, aux diverses valeurs de la pression, par le facteur constant $\frac{\varphi_A}{\varphi_B}$, les points correspondants viennent se placer sur la courbe du corps A. Pour des tensions de vapeur qui ne sont pas trop faibles (supérieures à 10 centimètres), les valeurs de la fluidité des différents corps B qu'on peut déduire de la courbe A en multipliant les ordonnées par $\frac{\varphi_B}{\varphi_A}$ concordent avec les valeurs expérimentales à moins de 3 °/₀ près.

On peut utiliser cette propriété pour calculer la courbe des tensions de vapeur d'une substance connaissant la courbe des fluidités et la température d'ébullition, ou, inversement, pour calculer la courbe des fluidités connaissant la courbe des tensions de vapeur.

§ 3. — Constitution chimique.

On a pendant longtemps cherché une relation entre la constitution chimique et la viscosité. Thorpe et Rodger ont accumulé les mesures sur des échantillons bien purifiés. Ils ont comparé les coefficients de viscosité, les viscosités moléculaires, les travaux moléculaires de viscosité, à la température d'ébullition, à la température critique, aux températures correspondant à une certaine pente déterminée des courbes de viscosité, etc. Ils ont montré que les différents atomes ou groupements

ont en général un effet additif sur la viscosité. Mais les résultats obtenus ne sont pas très concordants, et la valeur additive d'un atome ou d'un radical varie d'une classe de composés à l'autre : c'est ainsi que le coefficient de l'oxygène a une certaine valeur pour les éthers, une autre pour les alcools, une autre pour les acides, etc.

On a obtenu de meilleurs résultats par la considération des fluidités. Les fluidités étant généralement additives pour des mélanges liquides, on conçoit qu'il puisse encore en être ainsi pour les différents atomes ou radicaux qui entrent dans une molécule. Et, en fait, cette prévision est bien vérifiée par l'expérience.

Au lieu de comparer les valeurs de la fluidité pour les différentes substances à une même température, on a préféré comparer les températures pour lesquelles on obtient une même valeur de la fluidité. Par exemple, le tableau I montre l'influence de l'addition, dans la molécule d'une substance organique, d'un groupe CH^2 sur la température pour laquelle la fluidité prend une valeur égale à 200 : l'addition du groupe CH^2 élève cette température de 22°,7 en moyenne. On établit de même que l'addition d'un atome d'hydrogène l'élève de 59°,2, celle d'un atome d'oxygène de 24°,2, celle d'un atome de carbone l'abaisse de 95°,7, etc.

Étant donnée la formule d'une substance, les données précédentes permettent donc de calculer les températures pour lesquelles la fluidité prend la valeur 200. Ce sont ces valeurs qui sont indiquées dans l'avant-dernière colonne du tableau I. On voit que la différence entre les températures calculées et les températures observées est toujours très faible : pour 35 substances sur lesquelles la comparaison a été faite, cette différence n'a jamais dépassé 1,8 °/₀.

TABLEAU I. — *Influence de l'addition d'un groupe CH^2 sur la température pour laquelle la fluidité prend la valeur de 200.*

SUBSTANCES	TEMPÉRATURE observée T absolue	DIFFÉRENCE pour CH^2	TEMPÉRATURE calculée T absolue	ERREUR
Hexane	255°1	21,0	254°6	0,2
Heptane	276,1		277,3	0,4
Octane	299,1	23,0	300,0	0,3
Isohexane	249,0	20,2	247,0	0,8
Isoheptane	269,2		269,7	0,2
Iodure de méthyle	290,2	19,0	287,3	1,0
Iodure d'éthyle	309,2		310,1	0,3
Iodure de propyle	332,7	23,5	332,8	0,0
Iodure d'isopropyle	324,5	21,0	325,2	0,2
Iodure d'isobutyle	345,5		347,9	0,7
Bromure d'éthyle	268,7	27,9	273,4	1,8
Bromure de propyle	296,6		296,2	0,1
Bromure d'isopropyle	284,4	25,6	273,4	1,8
Bromure d'isobutyle	315,0		311,5	1,1

On connaît donc les coefficients atomiques relatifs à la température pour laquelle la fluidité est égale à 200. En faisant le même calcul pour diverses valeurs de la fluidité, on aurait ainsi des données permettant de construire la courbe des fluidités d'une substance quelconque.

§ 4. — Association moléculaire.

Les calculs précédents supposent que les composés étudiés ne sont pas associés. Ou bien, si les composés étaient associés, puisque la concordance est bonne entre les valeurs calculées et les valeurs observées, il faudrait en conclure qu'ils le sont tous de la même façon.

Si l'on envisage des composés manifestement associés, les comparaisons précédentes fournissent un moyen de calculer la grandeur de l'association. La température absolue nécessaire pour obtenir une fluidité donnée est, en effet, directement proportionnelle au poids moléculaire ; le quotient de la valeur mesurée par la valeur calculée indique la grandeur de l'association.

Le tableau II donne la valeur de l'association pour un certain nombre de substances :

TABLEAU II. — *Valeurs de l'association déduites des mesures de fluidité.*

SUBSTANCES	TEMPÉRATURE ABSOLUE pour laquelle $\Phi = 200$		ASSOCIATION
	observée	calculée	
Eau	328°9	142°6	2.31
Acide formique	380,2	185,5	2,05
Acide acétique	363,8	208,2	1,77
Acide propionique	362,0	230,9	1,57
Acide butyrique	381,6	253,6	1,57
Acide isobutyrique	371,6	246,0	1,51
Alcool méthylique	305,2	165,3	1,84
Alcool éthylique	343,4	188,0	1,83
Alcool propylique	365,6	210,7	1°74
Alcool butylique	377,0	233,4	1,62

Les valeurs de l'association obtenues par cette méthode sont en bon accord avec celles que donnent les autres méthodes.

§ 5. — Hydrates.

L'étude d'un grand nombre de phénomènes conduit à admettre la formation de combinaisons appelées solvates entre le solvant et le corps dissous : ces combinaisons ont été surtout étudiées dans le cas de solutions aqueuses et elles constituent alors les hydrates. La présence de ces hydrates entraîne un accroissement de la valeur moyenne du poids moléculaire, accroissement qui peut être décelé et mesuré par l'étude de la fluidité.

D'ailleurs, pendant longtemps, le problème a été

mal abordé. On croyait que les viscosités étaient additives et que la viscosité d'un mélange variait linéairement en fonction de la concentration. Quand la variation n'était pas linéaire, on concluait à l'existence d'un solvate. C'était là une déduction généralement inexacte : on a vu en effet que, pour de simples mélanges, les fluidités sont additives, ce qui conduit à une variation hyperbolique de la viscosité en fonction de la concentration. On supposait également, sans trop de fondement, semble-t-il, qu'un maximum ou un minimum de la courbe des viscosités indiquait la composition d'un hydrate.

La solution du problème devient plus aisée si l'on considère les fluidités. A une température déterminée, on sait que la fluidité d'un mélange

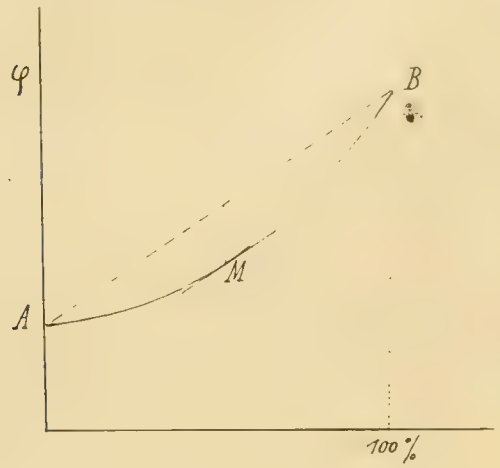


Fig. 9.

varie linéairement en fonction de la concentration, lorsqu'aucune combinaison ne se produit entre les constituants du mélange. Si la variation n'est pas linéaire, c'est un indice certain qu'il s'est formé une combinaison, c'est-à-dire, dans le cas d'une solution aqueuse, un hydrate. Mais, là encore, il faut procéder avec précautions : la position du maximum ou du minimum de la courbe des fluidités n'indique pas nécessairement la composition de l'hydrate, pas plus que le changement, avec la température, du maximum ou du minimum n'indique un changement dans la composition de l'hydrate.

La théorie, sur laquelle il n'est pas possible d'insister dans cet article, semble montrer que la composition de l'hydrate est donnée par l'abscisse du point M dont l'ordonnée diffère le plus de l'ordonnée de la droite qu'on aurait dans le cas d'un simple mélange (fig. 9).

Un exemple fera bien comprendre l'intérêt des considérations qui précèdent :

Les courbes de viscosité du mélange chloroforme et éther, établies par Thorpe et Rodger, présentent un point d'inflexion. Pour l'expliquer, ces auteurs étaient forcés de supposer que, pour certaines concentrations, l'un des liquides détruisait l'association de l'autre, alors que pour d'autres concentrations les composants s'unissaient pour former un complexe. Cette hypothèse paraît bien invraisemblable. D'autre part, le mélange du chloroforme avec l'éther donne lieu à un dégagement de chaleur et à une contraction dont le maximum se produit pour une proportion de 40,14 °/₀ d'éther. Or, l'abscisse du point d'inflexion, qui se déplace notablement quand la température s'élève, ne concorde pas avec cette valeur. De sorte qu'il n'y avait pas accord entre les indications fournies par les courbes de viscosité et celles qu'on peut déduire de l'étude des autres propriétés physiques.

Si, au contraire, on considère les fluidités, les courbes ne présentent plus de point d'inflexion. Elles sont seulement notablement abaissées par rapport aux droites que l'on aurait pour de simples mélanges. L'abscisse du point le plus distant de ces droites est sensiblement indépendante de la température. Cette abscisse correspond également à la composition du mélange sur lequel on observe la plus grande contraction et, sans doute aussi, le plus grand dégagement de chaleur.

§ 6. — Variation de la fluidité avec la température.

Les fluidités étant normalement additives, la formule qui exprime la variation de la fluidité avec la température doit être, sous sa forme la plus simple, représentée par :

$$\varphi = \alpha + \beta T,$$

le coefficient α pouvant être nul.

En réalité, comme les liquides ne se dilatent pas de la même façon sous l'action de la chaleur, que la plupart d'entre eux sont associés, la relation précédente n'est qu'approchée : elle caractérise le liquide idéal. Et, en fait, le mercure est le seul liquide connu qui ait une courbe de fluidité linéaire, aux erreurs d'expérience près, sur une échelle étendue de température.

D'une façon générale, aucune courbe de fluidité ne peut couper l'axe des températures, car on ne conçoit pas que la fluidité puisse prendre une valeur négative. Mais toutes les courbes s'approchent de l'axe des températures vers le zéro absolu. Aux températures élevées, l'association est brisée et les courbes de fluidité deviennent linéaires.

Ces conditions expérimentales sont satisfaites par une équation de la forme :

$$(4) \qquad t = A\varphi - \frac{B}{\varphi} + C,$$

A, B, C, étant des constantes qui, comme cas particulier, peuvent prendre une valeur nulle.

L'équation (4) a été utilisée pour représenter les variations de la fluidité chez 85 substances. La différence moyenne entre les valeurs expérimentales et les valeurs calculées est 0,17 °/₀ pour un millier d'observations. Si on exclut les alcools de la comparaison, l'erreur moyenne pour les soixante-dix substances que l'on conserve tombe à 0,09 °/₀.

Si l'on introduit une quatrième constante dans l'équation (4), la concordance devient encore meilleure. Ainsi l'équation :

$$t = A\varphi - \frac{B}{\varphi + D} + C, \tag{5}$$

appliquée à huit substances pour lesquelles la différence moyenne entre les valeurs observées et celles calculées par la formule (4) était 0,77 °/₀, donne des résultats qui concordent avec l'expérience à 0,07 °/₀ près.

§ 7. — **Volume spécifique.**

On a vu (§ 4) comment l'association des liquides pouvait être décelée par des mesures de fluidité. Mais on peut également étudier cette association, comme l'a fait Traube, par des mesures de volumes spécifiques. Il est alors probable qu'il doit exister une relation entre le volume et la fluidité, de telle sorte que le volume spécifique d'un composé soit calculable à partir de sa fluidité et *vice versa*.

D'autres raisons viennent à l'appui de cette manière de voir : pour les liquides purs, une élévation de la température est habituellement liée à un accroissement du volume et de la fluidité; l'eau et le soufre font exception. La pression diminue simultanément le volume et la fluidité; l'eau fait encore exception à certaines températures. Dans les mélanges, une contraction est accompagnée d'une décroissance de la fluidité. Si la pression garde une valeur invariable, comme c'est le cas dans les mesures ordinaires de viscosité, l'équation de Van der Waals :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT,$$

peut s'écrire :

$$T = \alpha v - \beta - \frac{\gamma}{v} + \frac{\delta}{v^2}, \tag{6}$$

α, β, γ, δ désignant des constantes. Cette équation, qui exprime la relation entre le volume et la température, a la même forme que l'équation (4) relative à la fluidité, sauf le terme $\frac{\delta}{v^2}$ dont l'importance est secondaire.

Il est donc probable, ou bien que la fluidité et le volume spécifique dépendent l'un et l'autre de quelque propriété fondamentale, ou bien qu'ils dépendent l'un de l'autre. Mais la relation numérique entre les deux phénomènes n'est pas encore suffisamment précisée.

A. Boutaric,
Chargé d'un Cours complémentaire
à l'Université de Montpellier.

L'INDUSTRIE DES PÊCHES DANS LA MER DU NORD

Entre toutes les mers du globe, la mer du Nord est nourricière. De ses eaux faiblement profondes (94 m. en moyenne), et étendues sur une surface un peu plus grande que la France (571.910 km²), on tire maintenant par an près d'un million et demi de tonnes de poissons, d'une valeur de plus de 300 millions. D'année en année, cette production s'accroît; elle est si intensive qu'elle donne des craintes sur sa durée; pour elle, l'avenir se limite de plus en plus : pour le poisson de la mer du Nord comme pour la houille et les terres à blé et à betterave de l'Ancien monde, la *production intensive* semble conduire à la *dévastation économique*. En attendant, les grandes nations riveraines, l'Angleterre et l'Allemagne surtout, regardent les pêcheries de la mer du Nord comme une industrie de première nécessité, et non comme une industrie secondaire ou de luxe. Depuis 1903, l'administration des pêches en Angleterre a été transférée du *Board of Trade* au *Board of Agriculture*, devenu le *Board of Agriculture and Fisheries*. Ce petit fait ne manque pas de signification. Il montre qu'à l'heure où l'agriculture anglaise ne suffit plus à nourrir les foules urbaines, l'Angleterre appelle les ressources des mers britanniques au secours du sol défaillant.

I. — Milieu physique et biologique.

Nous avons étudié les faits essentiels de la géographie physique de la mer du Nord[1]. Quelques-uns font sentir leur action sur le développement de la faune marine. La mer du Nord appartient tout entière, sauf la zone peu étendue du ravin de Norvège, au socle continental. Sur les grands bancs (*banks*, *grounds*), ainsi que dans les creux (*pits*, *holes*), nulle part les eaux ne sont assez profondes

[1] C. Vallaux : La mer du Nord, étude de géographie physique (*Rev. gén. des Sc.*, 15 juin 1912, p. 422-429).

pour échapper au brassage continu opéré par la houle et par les courants de marée; ce brassage semble favorable à la prospérité des frayères « faites de sable vasard parsemé çà et là de têtes de roche » (M. A. Hérubel). Sur les 572.000 kilomètres carrés de la mer conventionnellement limitée au 61e degré de latitude Nord, près de 423.000, les trois quarts, ont moins de 100 mètres de profondeur : ils sont partout accessibles au remorquage des grands appareils de pêche, comme le chalut à panneaux, sur le sol sous-marin. Les fonds regardés comme favorables par les pêcheurs, c'est-à-dire le sol de sable ou de roche à peu près uni et d'une consistance suffisante, l'emportent en étendue dans l'ensemble de la mer, surtout au nord, au centre et à l'ouest; le Dogger Bank en est fait à peu près tout entier. Les mauvais fonds (sol dur et raboteux qui déchire le chalut, sol de vase molle au-dessus duquel la faune marine est plus rare) ne sont très étendus qu'à l'est, au large du Jutland et des estuaires allemands et néerlandais : c'est là aussi que la pêche est la moins active. Les densités et les températures oscillent très peu autour des chiffres qui semblent les plus favorables au développement de nombreuses espèces de poissons : ainsi notamment se présentent les

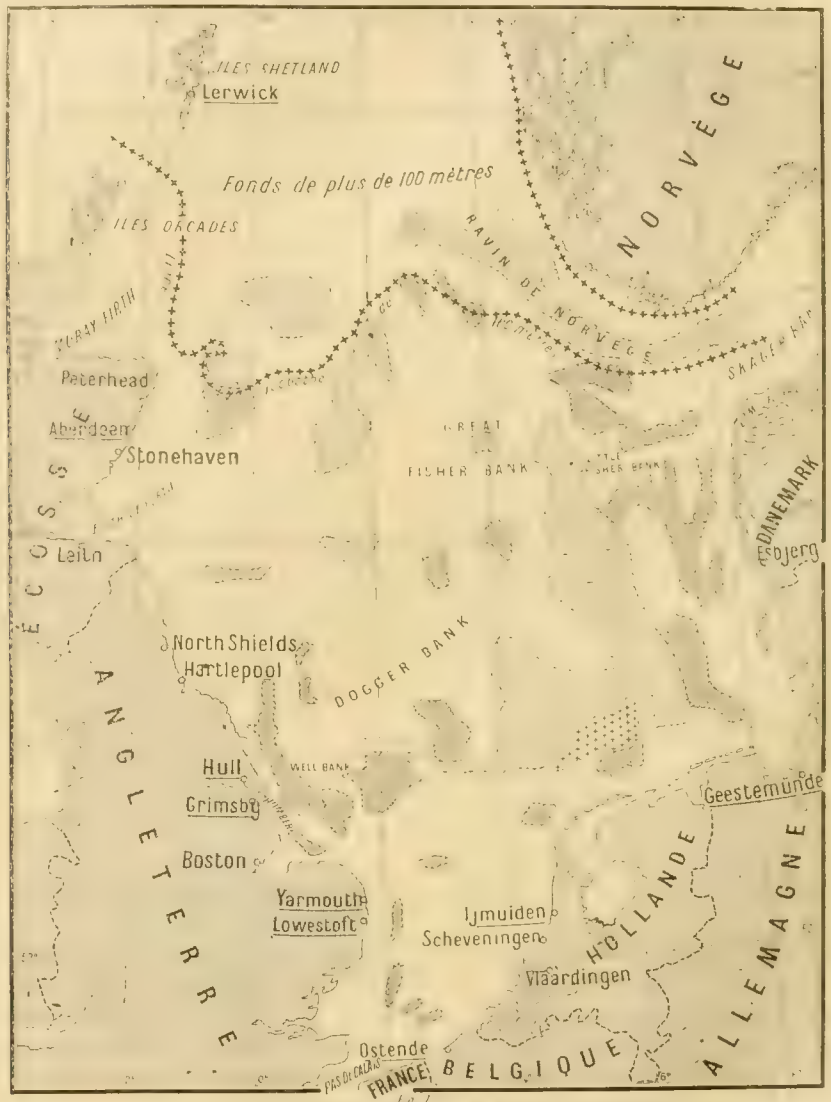


Fig. 1.

températures, avec leur moyenne annuelle de 7°,72 C., très propice aux conditions de vie du hareng et de la morue. Les courants d'une vitesse modérée, comme ceux de la mer du Nord sur la plus grande partie de son étendue, sont ceux où se plaît le mieux le plankton dont se nourrissent les grandes espèces. Les courants de foudre, si fréquents dans la Manche, n'existent guère en mer du Nord qu'entre les Orcades et les Shetland, et surtout au Pentland Firth, entre l'Écosse et les Orcades.

Ce milieu maritime si favorablement disposé est plein d'une vie fourmillante. Les poissons qui fournissent les captures abondantes et fructueuses entre toutes sont d'abord le hareng, et, bien loin derrière lui, l'églefin (*haddock*). Viennent ensuite la morue, le merlan, la plie et la sole; puis la raie, le maquereau, le saumon et la truite saumonée, le *whitebait*, la limande, le flétan, le turbot, le sprat, l'anchois, l'alose et l'anguille. La mer du Nord est avant tout le domaine de l'exploitation du hareng et du *haddock*. Elle a été autrefois, presque au même degré, le domaine de la morue. Mais il semble qu'ici l'économie a déjà fait sentir son action, d'une manière décisive, sur la biologie.

II. — Conditions économiques.

Depuis longtemps, le pourtour côtier de la mer du Nord est un des grands centres de peuplement de l'Europe. Dès qu'ont commencé à grandir les ports maritimes d'Angleterre et les villes marchandes des Flamands et des Hanséates, les bancs marins ont contribué à la nourriture des foules urbaines. On s'est disputé les richesses de la mer avec autant d'âpreté que les richesses terrestres. Les hommes de la fin du Moyen Age se sont battus pour les harengs de la mer du Nord comme pour les draps d'Angleterre. Aujourd'hui, où les pêcheurs des nations rivales ne combattent plus sur les lieux de pêche, la concurrence n'est pas moins âpre ni moins vive : elle a seulement pris d'autres formes. C'est que, malgré le développement de la richesse générale et le prodigieux accroissement du commerce, les ressources de la faune marine sont plus nécessaires encore aux foules de la grande industrie qu'elles ne l'étaient aux foules des corporations médiévales. La population a augmenté plus vite que les moyens de subsistance. Autour de la mer du Nord, de l'ouest au sud-est en passant par le sud, du Lancashire à la Silésie, les villes houillères, industrielles et manufacturières forment une série de groupes de foules ouvrières débordantes. Ces foules sont faites en partie d'anciens travailleurs de la terre qui ont laissé la charrue pour l'outil, pour la plume ou pour le comptoir. Vivant autrefois de leur sol, ils ne peuvent aujourd'hui et ne veulent plus en vivre. En Angleterre, où l'évolution industrielle est plus avancée qu'ailleurs, on ne peut plus dire que la population rurale diminue : elle disparaît. Les autres pays industriels, comme l'Allemagne, sentiront ou commencent à sentir les effets du même mouvement. Pour nourrir les masses urbaines des commerçants, des ouvriers et des employés, il faut faire appel aux ressources de tous les sols et de tous les climats du globe. Mais, sans aller plus loin, la mer qui baigne les côtes anglaises et allemandes donne une nourriture abondante et à bon marché, — à bon marché précisément parce qu'elle est abondante, grâce à l'organisation de la production intensive. Aussi le poisson de mer est devenu pour les ouvriers et pour les employés anglais et allemands une base d'alimentation essentielle, ce qu'il n'est pas pour les nôtres. Les villes anglaises ont de nombreux *Fish Restaurants*, des restaurants ouvriers où l'on ne sert que du poisson; les travailleurs aux faibles salaires s'y nourrissent pour quelques sous. L'Allemand est l'Européen qui consomme le plus de hareng, et c'est le Hollandais qui le pêche pour lui : d'innombrables cargaisons de harengs ne font que traverser les ports de Hollande; elles sont consommées dans les villes d'Allemagne, de Dortmund à Berlin et de Hambourg à Bâle.

Une production si active et si continue n'est possible qu'avec une organisation industrielle méthodique. La mer du Nord est un terrain de pêche (*fishing ground*) unique au monde : car c'est le seul où la pêche ait entièrement cessé d'être une cueillette anarchique et aveugle, insoucieuse de l'avenir et dépourvue d'outillage et de capitaux. L'organisation de la pêche n'est pas arrivée au même degré chez tous les États dont les nationaux exploitent les eaux de la mer du Nord. Elle n'est complète qu'en Angleterre et en Allemagne, en Angleterre surtout. Elle comporte une organisation financière à capitaux concentrés par des sociétés anonymes. Ces sociétés peuvent construire et entretenir les bateaux relativement gros, coûteux et souvent spécialisés, que nécessite la production moderne des pêches : chalutiers à vapeur (*steam trawlers*) de 100 à 200 tonneaux, harenguiers à voiles ou à vapeur (*sailing* ou *steam drifters*), de 50 à 150 tonneaux, bateaux à moteur à essence ou à pétrole. Les Sociétés de pêches s'entendent avec les Compagnies de chemins de fer pour le transport rapide et à bon marché du poisson dans l'intérieur du pays; elles se procurent les grosses quantités de glace que nécessite ce transport; elles étendent ainsi vers l'intérieur les débouchés, non seulement des poissons fumés, salés et conservés, mais des poissons de marée, que seuls les gens de la côte consommaient autrefois. En 1887, les voies

ferrées n'avaient transporté que 264.000 tonnes de poisson en Angleterre et dans le pays de Galles : elles en ont transporté 560.000 en 1911. Les Sociétés de pêches sont souvent d'excellentes affaires : dans les bonnes années, les Sociétés d'Aberdeen ont donné de 10 à 35 °/₀ de dividende. Mais aussi les pêcheurs embrigadés et payés par ces Sociétés ne sont plus que des salariés d'industrie. Ce sont des ouvriers embarqués : ils n'ont ni les mœurs, ni les traditions, ni l'originalité de costume et de langage du marin pêcheur, tel que nous le connaissons sur les côtes de France. Sur les flottes de Hull notamment, les pêcheurs sont presque aussi hiérarchisés que les ouvriers d'une grande usine. Par leur condition sociale, les quatre-vingt mille pêcheurs d'Angleterre et d'Écosse sont assimilables, aujourd'hui, aux travailleurs du coton, du jute et de la laine. « Cette population ouvrière transporte ses habitudes et ses mœurs sur le Dogger et sur le Fisher Bank. Des bâtiments spéciaux trafiquent du tabac et de l'alcool : ils vont débitant leur marchandise de chalutier en chalutier; ce sont les *coopers* ou *bum-boats*... Il a fallu réglementer la police des cabarets flottants de la mer du Nord[1]. »

Ce sont des foules groupées, groupées sur leurs bateaux et sur leurs terrains de pêche, groupées dans les rues populeuses de quelques villes maritimes, qui donnent à l'Angleterre presque tout son poisson. Les Anglais ont bien, comme nous, leurs petits pêcheurs dispersés en villages le long des côtes. Mais ce que prennent ceux-ci ne compte pas pour grand'chose. Sur cent soixante-neuf ports de pêche, seize seulement donnent 93 °/₀ du poisson consommé en quantité, et à peu près autant en valeur. Le *Report* anglais de 1911 n'hésite pas à dire : « Si la pêche cessait d'exister dans tous les petits ports, cela ne changerait presque rien aux pêcheries considérées comme ressource alimentaire de la nation[2]. » L'ignorance, la routine, le manque d'outillage et de capitaux tuent la petite pêche, là comme partout. En France, nos morutiers de Gravelines, petits bateaux de 15 tonneaux en moyenne, ne sont sauvés que par les primes. Les deux mille trois cents pêcheurs de Belgique voient leurs ressources et l'activité de leurs pêcheries demeurer stagnantes et même décroître; cela est dû, selon le Dr Von Schoen, à l'ignorance de cette population « qui ne veut pas s'instruire dans sa spécialité[3] ». Les Anglais pensent que les bateaux à moteur, le crédit maritime et l'assistance mutuelle pourraient sauver la petite pêche. En France, nous avons entendu formuler les mêmes vœux; jusqu'ici, ils demeurent vains des deux côtés du détroit.

III. — Capture des poissons pélagiques : les harenguiers.

Les documents anglais divisent les produits des pêcheries de la mer du Nord en poissons de haute mer ou *pélagiques*, et en poissons de fond ou *démersaux*. Les premiers ne sont capturés que dans les eaux de surface, jusqu'à une faible profondeur : ce sont le hareng, le maquereau et la sardine. Les seconds sont capturés de la surface jusqu'aux fonds accessibles à nos appareils de pêche, comme le grand chalut à panneaux; ils comprennent à peu près toutes les autres espèces. Cette division se justifie d'elle-même. De l'une à l'autre pêche, la technique et les procédés se transforment entièrement.

Parmi les pêches pélagiques, celles du maquereau et de la sardine n'ont qu'une faible importance en mer du Nord, celle de la sardine surtout; encore cette sardine diffère-t-elle de celle qui donne les produits renommés de nos côtes atlantiques.

Mais les pêches du hareng sont extrêmement actives. Elles ont fait autrefois, à elles seules, la réputation de la mer du Nord comme *fishing ground*. Elles figurent encore au premier rang. On pêche par an environ 500.000 tonnes de hareng, le tiers de la masse totale de poisson donnée par les pêcheries.

Les variations saisonnières des apparitions du hareng en surface ont posé un des problèmes intéressants de la biologie marine.

On ne croit plus maintenant aux grands voyages des *banquées* harenguières, autrefois acceptés comme articles de foi. On met au rang des fables leurs traversées en troupes innombrables, des mers d'Islande aux eaux de la Manche. On admet que les harengs ne se déplacent que très peu dans le sens horizontal; leurs mouvements verticaux sont plus réduits encore. Leurs apparitions saisonnières, à portée des outils de capture, sur les terrains de pêche, semblent déterminées par les époques du frai. Et ce sont des races différentes qui paraissent aux endroits différents.

C'est dans la partie occidentale de la mer du Nord, à l'W. du 2e lg E. Gr., que les *banquées*, dont certaines ont plus de 200 kilomètres de longueur, sont les plus nombreuses et les plus abondantes. Au printemps, d'avril à juillet, on pêche le hareng au large des îles Shetland et de la côte d'Écosse. De

[1] C. Vallaux : Géographie sociale, La mer. Paris, 1908, p. 154.

[2] Board of Agriculture and Fisheries : *Annual Report, Sea Fisheries*, 1911, p. 26.

[3] Dr von Schoen : Les pêches maritimes de la Belgique (*Mitteilungen des Deutschen Seefischerei Vereins*, septembre 1911).

juin à août, la pêche est active au large de la côte nord d'Angleterre (North Shields, Hartlepool et North Sunderland). Elle se fait d'août à octobre en face de l'estuaire du Humber. Elle a lieu de septembre à novembre sur le parallèle des grands ports harenguiers, Yarmouth et Lowestoft. Enfin, elle est reportée au commencement de l'hiver dans la partie orientale de la Manche.

A l'inverse des poissons de marée, qui ne voyagent à l'intérieur que depuis peu de temps, le hareng figure depuis de longs siècles sur les tables européennes. Car on a connu et pratiqué, dès le haut Moyen Age, les procédés de saumure, de fumage et de saurissage, qui permettaient de faire voyager le hareng jusqu'au cœur du continent. Les obligations du vendredi, du carême et des jeûnes, en faisaient un aliment de base pendant une notable partie de l'année. Dès 1187, une foire annuelle du hareng était fondée à Liége. Du XIXe au XVIe siècle, l'Angleterre et les Hanséates, les Hanséates et le Danemark, la Hollande et l'Ecosse, se sont fait la guerre à propos des pêcheries de hareng. Et dans la guerre de Cent Ans, la *Journée des Harengs*, de 1429, près d'Orléans, est demeurée fameuse.

La pêche du hareng se fait à peu près avec le même outillage de capture qu'au XVe siècle. Mais les bateaux sont plus forts; ils vont plus vite et plus loin; beaucoup sont à vapeur, surtout en Angleterre : le harenguier à voiles (*sailing drifter*) cède le pas de plus en plus au harenguier à vapeur (*steam drifter*). Maintenant même, le chalut, limité il y a peu d'années à la capture des poissons démersaux, fait son apparition dans la pêche harenguière.

On pêche le hareng au moyen de filets verticaux, longs de 25 mètres, hauts de 8 mètres environ; en les mettant bout à bout, on obtient une *tessure* longue de 3 à 7 kilomètres. On maintient les filets verticaux au moyen d'aussières portant des cordes longues de 10 mètres et reliées à des barils flottant à la surface. Le bord supérieur des filets se trouve à peu près à 17 mètres au-dessous de la surface; le poisson est *maillé* et pris par les ouïes. L'opération la plus délicate de cette pêche consiste à mouiller les filets dont la longue série forme la tessure. Les *drifters* à vapeur le font par l'avant, à cause de leur hélice où la tessure pourrait s'accrocher; aussi ont-ils deux gouvernails.

Les *drifters* anglais ont un tonnage moyen de 80 tonneaux; mais beaucoup sont de gros bateaux qui dépassent 150 tonneaux, ont jusqu'à 45 mètres de longueur et sont mus par une machine de 500 à 600 chevaux. Ils demeurent absents une vingtaine d'heures et vont jusqu'à 60 milles au large. Partis l'après-midi de leur port d'attache ou d'un port quelconque, ils reviennent le lendemain, avec leur pêche, au port le plus proche.

Toutes les nations riveraines de la mer du Nord pêchent le hareng. Sa capture forme le septième du total des pêches danoises. Les pêcheurs allemands salent le hareng en barils pour une valeur de 11 millions. En Belgique, bien que les fonds à bon rendement soient assez loin des ports belges, on vend près de 700.000 kilos de harengs sur la *Minque* ou marché aux poissons d'Ostende. Les pêcheurs français, qui viennent presque tous de Boulogne, emploient 70 harenguiers à voiles de 136 tonneaux, en moyenne, et 34 vapeurs; ils salent le hareng en barils, ou le glacent en caisses; leur production atteint une valeur de 6 millions et demi.

Mais les pays de grosse production sont la Hollande et surtout l'Angleterre.

La flotte harenguière de la Hollande a bien déchu depuis les années prospères du XVIe siècle où elle comptait 5.000 bateaux de 50 à 100 tonneaux et plus de 100.000 pêcheurs, et où elle faisait plus de 10 millions d'affaires en monnaie du temps, somme qu'il faudrait au moins quintupler pour avoir sa valeur actuelle. Cependant, il y a encore plus de 1.500 harenguiers hollandais, avec 20.000 pêcheurs; la production dépasse 24 millions de francs. Le hareng hollandais va, pour la plus grande part, en Allemagne.

L'Angleterre, grande pêcheuse de harengs au Moyen Age, éclipsée au XVIe siècle par la Hollande, a repris l'avantage depuis l'Acte de navigation de Cromwell; elle l'a repris d'une manière décisive. Elle est au premier rang pour l'outillage comme pour l'activité de la production. Ses pêcheurs capturent plus de 240.000 tonnes de harengs, d'une valeur de plus de 35 millions. Elle a ses capitales du hareng, grands ports de pêche presque spécialisés dans cette industrie : Yarmouth et Lowestoft, qui ont à eux deux une flotte de 491 *drifters* à vapeur; le reste de l'Angleterre proprement dite n'en a que 62. Yarmouth et Lowestoft ont pris, en 1911, 69 °/₀ du hareng capturé par les bateaux anglais.

Yarmouth offre un curieux exemple de port de pêche spécialisé par tradition. Il avait été, au Moyen Age, le grand port harenguier de l'Angleterre. La prospérité de la Hollande l'avait fait décliner; même après l'Acte de navigation, les pêcheurs de Yarmouth ne revinrent pas, tout d'abord, exclusivement au hareng; ils s'appliquèrent, jusqu'à une époque toute récente, à toutes sortes de pêche. En 1883, ils avaient encore des chalutiers à voiles; ils en avaient autant que le grand port voisin de Grimsby, à l'estuaire du Humber. Mais la prospérité du chalutage à vapeur à Grimsby a fait revenir Yarmouth à sa vieille industrie, où, de nouveau, il excelle; le port voisin de Lowestoft le complète, et les grands ports harenguiers d'Ecosse, Aberdeen, Peterhead, Lerwick,

qui pêchent à une toute autre époque, ne lui font pas concurrence. Lerwick, cette petite ville des Shetland, qui n'a que 4.000 habitants l'hiver, et qui en a 16.000 au milieu du printemps, redevient silencieuse et calme à l'époque où pêchent Yarmouth et Lowestoft.

Ce sont Grimsby et Hull eux-mêmes, les ports du grand chalut, qui viennent maintenant rivaliser avec Yarmouth et avec Lowestoft sur leur terrain spécial. Depuis très peu d'années, les chalutiers anglais se sont mis à pêcher le hareng. Les débuts ont été timides et à peu près infructueux. Mais brusquement, de 1909 à 1911, les captures de hareng par chalut sont devenues notables. Elles ont atteint, pour les chalutiers anglais, 12.700 tonnes en 1911, près de 6 % du poisson pêché. Le seul emploi du nouveau mode de capture a suffi à faire naître des craintes sur l'avenir de la pêche du hareng, jusque-là regardée comme inépuisable. Le grand chalut, déjà chargé de bien des méfaits, se trouve encore accusé de préparer le dépeuplement des réserves harenguières. Le *Board of Agriculture* pousse déjà un cri d'alarme; il appelle, sur cette question de la capture du hareng au chalut, «l'attention sérieuse» du Conseil international permanent pour l'exploration de la mer, établi à Copenhague en 1902[1].

Au contraire, un spécialiste français, M. Hérubel, affirme (*Pêches maritimes d'autrefois et d'aujourd'hui*) que, pour la pêche du hareng, les ravages du chalut sont insignifiants. Nous allons voir posée, d'une manière bien plus aiguë, pour les poissons démersaux, la question du dépeuplement par les chalutiers.

IV. — Capture des poissons démersaux : les chalutiers.

L'emploi du chalut à panneaux a donné une grande extension à l'aire d'exploitation de la mer. C'est grâce à lui que les pêcheurs exploitent la mer du Nord tout entière, jusqu'au sol sous-marin, sur 423.000 kilomètres carrés, les trois quarts de sa superficie. Mais ce n'est pas tout de prendre et de produire : il faut conserver et expédier. Aussi l'emploi des glacières à bord des bâtiments, et les trains de marée rapides sont liés nécessairement à la pêche intensive au chalut. Le chalut, la chambre frigorifique, le bâtiment à vapeur, les hangars de marée, les réseaux de rails groupés aux quais des ports et dispersés au loin sur de vastes pays, tout cela fait partie intégrante et indispensable de l'outillage des grandes pêcheries. Elles ne sont nées vraiment que lorsque l'industrie des pêches a disposé de tous ces moyens réunis, au cours de la seconde moitié du XIXe siècle.

Ce sont les pêcheurs danois du Lim Fjord qui ont employé les premiers le chalut à panneaux, en 1850.

La mise en usage de la glace à bord des bateaux pêcheurs se place entre 1860 et 1865.

Le premier exemple d'un port organisé et outillé industriellement par une Compagnie de chemin de fer a été donné à la fondation de Grimsby, en 1858.

L'emploi coordonné et généralisé de ces moyens nouveaux a donné à la pêche des poissons de fond, dans l'économie des nations du nord-ouest de l'Europe, une importance jusqu'alors ignorée. Cette pêche se place aujourd'hui au même niveau que celle du hareng.

Parmi les poissons démersaux pêchés par les chalutiers, le premier rang appartient à l'églefin (*haddock*). Les Anglais seuls en prennent 70.000 tonnes par an, toutes pêchées par les chalutiers à vapeur. Viennent ensuite la morue et la plie, puis plus loin, comme quantité, sinon comme valeur, la raie, la limande, le turbot, le rouget et la sole. La morue a été capturée régulièrement, en grandes quantités, bien avant le commencement de la pêche industrielle; l'avènement de cette pêche n'était pas fait pour reconstituer les réserves à demi épuisées : aussi la morue se fait de plus en plus rare sur les bancs de la mer du Nord. C'est la seule espèce que la *dévastation économique* ait touchée, jusqu'ici, d'une manière particulièrement grave.

C'est pour les chalutiers, qui grattent le sol sous-marin jusqu'à 80 et 100 mètres, que l'étude raisonnée des fonds présente un grand intérêt. Il y a les fonds favorables où le poisson abonde et où le filet demeure intact; il y a les mauvais fonds, mauvais parce que le poisson y est rare ou parce que le filet s'y déchire.

Un examen attentif de la carte (voir fig. 1) montre que les meilleurs fonds se trouvent *dans la partie occidentale de la mer du Nord*, autour ou tout près des endroits où se trouvent déjà les *banquées* harenguières. Ainsi, *les meilleures ressources de l'industrie des pêches, en mer du Nord, se localisent au large des côtes d'Angleterre et d'Ecosse.* Voilà ce qu'a appris aux pêcheurs l'étude raisonnée et scientifique des fonds. Ils tirent profit de ces renseignements. On constate, depuis trois ans, une tendance générale des chalutiers de toutes les nations à se porter de l'est vers l'ouest. Ils quittent les abords des côtes danoises et allemandes. Ils sont plus rares sur les fonds autrefois très fouillés du Great et du Little Fisher Bank. Au contraire, on les voit maintenant nombreux sur les petits fonds entre l'Angleterre et la Hollande, où ne venaient guère autrefois que des voiliers.

[1] Board of Agriculture and Fisheries : *Annual Report, Sea Fisheries*, 1911, p. XXX.

L'outil de la pêche industrielle, le chalut à panneaux, appelé par les Anglais *ottertrawl*, peut tout prendre et tout retenir, à la différence des vieux engins de pêche, dont beaucoup étaient spécialisés dans une seule capture. L'ottertrawl se compose d'une vaste poche de filet dont l'ouverture est maintenue béante par deux plateaux de bois. Ces plateaux sont attachés à deux cordes de remorquage. La partie inférieure de l'ouverture gratte le sol sous-marin ; la partie supérieure, garnie de liège, flotte entre deux eaux à 25 ou 30 mètres au-dessus. Le mouillage et le relevage de ce lourd et long appareil, que le chalutier traîne derrière lui, exigent l'installation d'un treuil et presque nécessairement celle d'une machine à vapeur. D'où accroissement du tonnage et du prix de revient. Un chalutier à vapeur (*steam trawler*), de la mer du Nord, jauge normalement de 130 à 190 tonneaux ; il coûte 250.000 à 300.000 francs.

En Angleterre, les types de chalutiers qui travaillent et qui produisent le plus sont ceux de 150 à 170 tonneaux ; viennent ensuite ceux de 130 à 150, puis ceux de 170 à 190.

Sur les bons terrains de pêche, le Dogger Bank, les Silver Pits, le Well Bank, les chalutiers sont groupés en flottes nombreuses. On en compte 1.600 qui travaillent, à l'heure actuelle, dans la mer du Nord. Il n'est pas rare d'en voir plusieurs dizaines à la fois. Leurs fumées à l'horizon, au-dessus des bancs de brume légère qui flottent sur la mer, et la réfraction à travers ces brumes, les font paraître plus gros et plus nombreux qu'ils ne sont. Ces mirages, joints à une nervosité extraordinaire, expliquent l'erreur bien connue de l'escadre russe de Rojdesventsky : en octobre 1904, elle prit d'inoffensifs chalutiers de Hull pour des bateaux japonais : elle les mitrailla.

Comme pour la pêche du hareng, toutes les nations riveraines de la mer du Nord prennent part, d'une manière fort inégale, à la pêche au grand chalut. Insignifiante pour les unes, elle est pour les autres une branche d'industrie de premier ordre.

Les Danois n'ont que 7 chalutiers à vapeur ; les Belges en ont 26, tous attachés au port d'Ostende ; les Hollandais, dont la pêche harenguière est encore si prospère, ont perdu beaucoup de temps pour le chalutage ; ils essaient aujourd'hui de le rattraper : cependant, ils n'ont encore que 84 chalutiers, stationnés pour la plupart à Ijmuiden. La part des Français est proportionnellement meilleure : 88 chalutiers boulonnais exploitent les fonds de la mer du Nord ; 33 voiliers de Gravelines pêchent la morue. Le port de Boulogne, le plus actif de nos ports de pêche, fait annuellement 24 millions d'affaires procurées presque en totalité par le poisson de la mer du Nord.

Les Allemands, qui n'ont fait du côté de la pêche harenguière aucun effort suivi, ont tenté de s'organiser pour la capture des poissons de marée. Leur flotte de chalutiers vient aujourd'hui au premier rang après celle de l'Angleterre, quoique bien loin en arrière. Ils en ont 217, nombre qui ne varie guère depuis six ans, plus 78 autres vapeurs de pêche. Les captures montent à 75.000 tonnes de poisson, dont 25.000 de haddock et 23.000 de morue ; le tout vaut environ 34 millions. On peut regarder comme un modèle l'organisation et l'outillage du port de Geestemünde, créé en 1884 près de Bremerhafen, à l'imitation de Grimsby. On peut louer aussi la concentration des capitaux et de l'outillage entre les mains de compagnies dont la plus connue est la *Nordsee Fischerei Gesellschaft* ; on peut aussi remarquer les abaissements de tarifs consentis par les chemins de fer prussiens pour les transports rapides et à grande distance des poissons de marée.

Mais l'industrie chalutière allemande fait encore bien piètre figure auprès de l'industrie anglaise. Ici, comme pour la pêche du hareng, les Anglais occupent la première place.

Les flottes chalutières anglaises sont concentrées dans l'estuaire du Humber, aux deux ports voisins de Hull et de Grimsby ; celui-ci surtout est le port de pêche par excellence ; par son activité et par l'étendue de ses installations, il mérite le nom qu'il s'est donné de *the metropolis of the fishing industry*. Grimsby possède 518 chalutiers, Hull 436, les autres ports anglais 146 ; l'Ecosse en a 290, concentrés pour les quatre cinquièmes à Aberdeen. L'Angleterre et l'Ecosse réunies ont pêché en 1911 449.000 tonnes de poissons de fond, valant 146 millions ; ces énormes quantités viennent pour les trois quarts des *fishing grounds* de la mer du Nord.

Nulle question n'a été plus discutée que l'action du grand chalut sur le dépeuplement des fonds. Pour les uns, il est innocent ; pour les autres, il est le grand coupable dont les méfaits tueront les pêcheries. Voici la contribution qu'apportent les faits d'observation récente.

De 1907 à 1911, on a constaté, sur les bancs de la mer du Nord, une diminution lente et continue des poissons de fond. La pêche devient moins productive ; les patrons des chalutiers s'en aperçoivent ; ils commencent à chercher ailleurs ce que la mer du Nord ne leur donne plus en quantité suffisante.

En 1903, un chalutier anglais de 1re classe prenait en moyenne 947 kilos de poissons par jour ; la moyenne n'est plus que de 824 kilos en 1911.

En 1903, les chalutiers anglais ont eu 203.985 journées de travail sur les bancs de la mer du Nord ; ils n'en ont eu que 141.418 en 1911.

Ces chiffres sont clairs. Les premiers montrent

que les fonds ont tendance à s'épuiser. Les seconds indiquent que les chalutiers s'en vont. Car ils sont aussi nombreux et plus nombreux qu'en 1903, et ils comptent cependant 62.000 journées de travail de moins. Ces 62.000 journées, ils les ont employées ailleurs; ils n'ont pas désarmé dans les ports; ils ont travaillé sur d'autres terrains de pêche.

V. — Dépeuplement des fonds: tentatives d'extension.

L'ottertrawl dépeuple. Il n'y a plus de discussion possible sur ce point : les chiffres que nous venons de donner le prouvent assez. Les expériences du *Fishery Board* d'Ecosse ont bien montré que les mailles de l'ottertrawl ne retenaient pas les alevins. Mais ces expériences ne sont pas concluantes. Il suffit que l'ottertrawl retienne beaucoup d'adultes pour que l'alevinage futur soit très compromis. M. Hérubel, qui ne croit pas que l'ottertrawl nuise au hareng, reconnaît qu'il est funeste aux poissons plats, comme les carrelets et les soles, et même au haddock. Son emploi intensif conduit rapidement à la *dévastation économique* des terrains de pêche de la mer du Nord.

Contre la menace du dépeuplement, on peut recourir à deux moyens. Le premier est le *cantonnement*, avec lequel se confond l'organisation des viviers naturels; le second est l'extension des zones de pêcheries vers le large.

La pratique du cantonnement consiste à interdire toute pêche, pour un certain temps, dans une zone déterminée. Le *Fishery Board* d'Ecosse l'a fait à plusieurs reprises pour le Firth of Forth et surtout pour le Moray Firth; celui-ci est considéré comme une sorte de vivier naturel; c'est un des principaux terrains d'alevinage de la mer du Nord. Les Danois ont changé leur Lim Fjord, qui va de la mer du Nord au Cattégat, en une sorte de pépinière à poissons plats. Mais le repeuplement par de pareils moyens ne pourra jamais donner que des résultats très limités, difficiles à obtenir, et appréciables seulement au bout d'un temps très long.

Au contraire, l'extension des pêcheries vers les zones du large répond aux nécessités immédiates de la pêche. Sans plus attendre, les chalutiers anglais l'ont pratiquée, dès qu'ils se sont crus menacés, en mer du Nord, par l'appauvrissement des fonds.

En 1911, l'essaim des chalutiers s'est répandu autour de Rockhall, dans le canal de Bristol et à l'ouest de l'Irlande, où ils ont travaillé pendant 2.425 journées, contre 392 seulement en 1910. D'autres, plus entreprenants encore, vont d'une part jusqu'aux côtes marocaines, et de l'autre jusqu'à la mer Blanche. Le *Board of Agriculture and Fisheries* divise en 18 régions les zones fréquentées, de la mer Blanche à l'Islande, à l'Irlande et au Maroc, par les chalutiers anglais. La superficie totale de ces terrains de pêche, calculée depuis la limite des eaux territoriales (3 milles) jusqu'à la ligne isobathe de 200 mètres, atteint 691.466 milles carrés, dont la mer du Nord n'occupe que 142.370. La surface exploitable se trouve presque quintuplée.

Ainsi, les outils et l'organisation de pêche industrielle créés dans et pour la mer du Nord sont appelés à servir ailleurs. On les utilisera sans doute sur tout le *socle continental* de l'Atlantique Nord, à mesure que se perfectionneront les procédés de capture et de conservation du poisson, et à mesure que les bateaux deviendront plus rapides. La mer du Nord ne sera plus que le centre cultural et le premier champ d'expériences de l'exploitation intensive des mers.

Camille Vallaux,
Docteur ès Lettres,
Professeur d'Histoire et de Géographie au Lycée Buffon.

REVUE D'OPTIQUE

L'année qui vient de s'écouler aura été fructueuse pour la science. Au premier plan, deux belles découvertes, celle de la dispersion des rayons X par les réseaux cristallins, et celle de l'effet Zeeman électrique[1]. Toutes deux intéressent le monde de l'atome et de l'électron et, par suite, elles permettront de pousser plus avant notre connaissance de la matière; mais l'optique n'aura pas non plus à s'en désintéresser; la seconde nous fera mieux connaître le mécanisme de l'émission lumineuse; quant à la découverte de Laue, Friedrich et Knipping, l'interprétation en est encore assez obscure : cependant il devient de plus en plus probable, surtout depuis les belles expériences de M. de Broglie, que les rayons X finiront par rentrer dans le domaine de l'optique, en qualité de vibrations de l'extrême ultra-violet, des milliers de fois plus rapides que celles de la lumière visible. Mais ces découvertes sont encore trop récentes pour avoir porté tous les fruits qu'on peut en attendre, ou même pour qu'on puisse donner des lois et suggérer des explications; on me permettra donc de

[1] *Rev. gén. des Sciences*, nos du 15 février 1913 et du 15 janvier 1914.

m'en tenir à ce qui a déjà été indiqué dans cette *Revue*, et de réserver une étude plus complète pour un prochain article.

I. — La réalité de l'éther.

Depuis longtemps, mais surtout depuis que Ritz a éveillé le doute dans l'esprit des physiciens, la discussion est ouverte sur la nature hypothétique de l'éther ; les uns nient la réalité de l'éther de Fresnel, tandis que d'autres ne veulent pas renoncer à admettre un milieu transmetteur des ondulations optiques et électromagnétiques ; ils ne croient pas, suivant l'expression de M. Ch.-Ed. Guillaume, que l'éther ait été inventé uniquement pour donner un sujet au verbe *onduler*, de même que le mot fluide a été créé pour servir de sujet au verbe *couler*. Des expériences récentes de MM. Michelson et Sagnac ont posé à nouveau la question ; et la

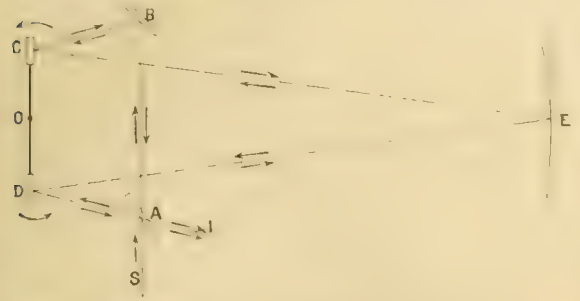


Fig. 1. — *Dispositif de l'expérience de Michelson.*

réponse des faits est de nature à donner confiance à ceux qui admettent la réalité de l'éther.

M. Michelson remarque que la théorie ondulatoire a pour corollaire que la vitesse de propagation des ondes ne dépend ni du mouvement de la source, ni du déplacement du miroir sur lequel elles se réfléchissent. Au contraire, dans la théorie de l'émission, la vitesse du rayonnement émané d'une source est affectée par le mouvement de celle-ci, et par la réflexion sur un miroir mobile ; si la réflexion a lieu à la manière d'une balle élastique, l'accroissement de vitesse doit être double de la composante de la vitesse du miroir dans le sens de la propagation ; il doit être égal à cette composante si le miroir fonctionne comme une source secondaire d'émission. Pour décider entre ces cas, Michelson réalise l'arrangement représenté par la figure 1. La lumière d'une source monochromatique S tombe sur un miroir légèrement argenté A, et donne deux pinceaux SADECBAI, SABCEDAI, qui se superposent en I après avoir parcouru en sens contraire le même chemin ; ces rayons se réfléchissent sur deux miroirs D et C, qui tournent autour d'un axe commun O à raison de 1.800 tours par minute, et sur le miroir concave fixe E, placé à 6 mètres des miroirs tournants. Les miroirs C et D étant au repos, on observe en I des franges d'interférence ; s'ils tournent, comme ils ont subi un déplacement pendant le trajet des ondes jusqu'au miroir E, le chemin parcouru par les deux rayons interférents n'est pas nécessairement le même, ni parcouru dans le même temps ; en faisant le calcul, on trouve que, si la réflexion se fait à la manière d'une balle élastique, les franges observées en I doivent rester immobiles ; elles doivent se déplacer dans l'hypothèse ondulatoire ; en réalisant les expériences, on a observé un déplacement de 3,81 franges, le déplacement calculé atteignant 3,76 : la théorie des ondulations sort donc triomphante de l'épreuve.

Dans les expériences de M. Sagnac, l'éther affirme

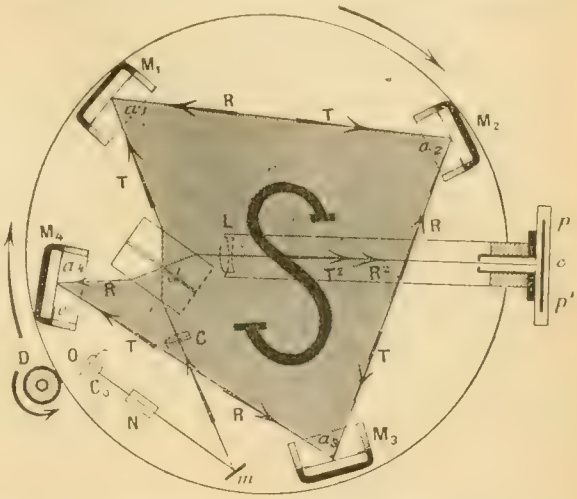


Fig. 2. — *Interférographe tournant de M. Sagnac.* — O, source lumineuse ; *j*, lame d'air ; R, T, rayons lumineux ; M_1, M_2, M_3, M_4, miroirs ; *p p'*, plaque photographique ; D, poulie à friction faisant tourner le plateau.

son existence par sa résistance à un mouvement de rotation. M. Sagnac se sert d'un interférographe tournant représenté sur la figure 2 : un plateau horizontal, qu'on peut faire tourner dans son plan à l'aide d'une poulie à friction D, dans un sens ou dans le sens inverse, porte une source lumineuse O ; celle-ci envoie par des dispositifs appropriés un pinceau de lumière qui se divise, au passage de la lame d'air *j*, en deux rayons T et R ; ces rayons, réfléchis par des miroirs M_1 M_2 M_3 M_4, circulent en sens inverse, en entourant une aire S qui, dans la figure, est couverte de hachures ; finalement, ils se réunissent en T_2 et R_2 et interfèrent, au foyer principal de la lunette L, sur une plaque photographique *pp'* à grain fin. Le plateau tournant constitue donc, avec la source de lumière et tous les appareils qu'il supporte, un monde isolé ; par suite, le principe du mouvement relatif semble imposer la conclusion que la position des franges sur *pp'* doit être entiè-

rement indépendante de tous les mouvements qu'il peut prendre ; or, cette conclusion paraît démentie par l'expérience ; si on fait tourner le plateau, d'abord dans un sens, puis dans le sens inverse, les photographies prises pendant les deux rotations inverses indiquent un déplacement des franges ; ce déplacement est précisément tel qu'on aurait pu le calculer en supposant que l'éther, véhicule des ondes, n'a pas participé au mouvement de rotation du système matériel ; une rotation dextrorsum de l'interféromètre produit un « vent relatif d'éther » qui entraîne les ondes lumineuses comme le souffle de l'air emporte les ondes sonores ; ce vent d'éther retarde donc celui des deux faisceaux dont la propagation est dextrorsum, et avance d'autant le pinceau inverse.

En fait, le déplacement des franges, lorsqu'on renverse le sens de rotation, est voisin de 0 cm. 07, c'est-à-dire qu'il peut être constaté et mesuré sans hésitation ; il est de même signe et de même grandeur que le déplacement calculé dans l'hypothèse de l'éther immobile ; enfin, M. Sagnac paraît s'être entouré de toutes les précautions qu'on peut imaginer pour se mettre à l'abri de l'erreur ; s'il n'a rien omis, le résultat de cette expérience est un des plus importants que l'optique ait enregistrés depuis Fresnel, puisqu'il prouverait indiscutablement l'existence d'un milieu transmetteur des ondes, indépendant des milieux matériels ; ainsi se trouverait terminé, en faveur de l'éther, un débat encore très indécis.

II. — Etude des spectres.

Pendant longtemps, les raies et les bandes spectrales ont été considérées comme des repères immuables posés au hasard sur le chemin des longueurs d'ondes. La science moderne n'a plus conservé ce point de vue, et elle a pu établir des règles et une classification, les résultats obtenus s'appliquant spécialement aux spectres de lignes et, avec un moindre degré de précision, aux spectres de bandes. Les premiers sont répartis, provisoirement, en trois catégories : l'une d'elles comprend les raies distribuées en séries qui convergent vers les courtes longueurs d'onde ; on y distingue un ou deux *groupes principaux* et deux *groupes secondaires*, auxquels Ritz a encore adjoint des *séries de combinaisons*, dont les plus importantes ont été découvertes par lui-même et par Bergmann dans l'infra-rouge ; nous verrons tout à l'heure, à propos de l'hydrogène, un exemple de cette distribution. La deuxième catégorie comprend des groupes de raies qui se reproduisent le long du spectre, et qui sont caractérisés par la constance de l'intervalle, exprimé en fréquences, qui sépare deux groupes successifs. Enfin, on réunit dans la troisième catégorie toutes les raies qui ne peuvent figurer dans aucune des deux premières ; c'est donc là qu'on rejette, provisoirement, tous les déchets de la spectrographie.

Quant aux spectres de bandes, on les distingue en *résolubles* et en *non résolubles* suivant qu'ils peuvent, ou non, se séparer en raies fines juxtaposées ; on peut aussi, ne tenant compte que de leur aspect général, y reconnaître les *bandes symétriques*, qui sont dégradées sur leurs bords avec maximum au milieu, et les *bandes à arêtes*, qui présentent le maximum d'intensité sur un de leurs bords.

Cette classification se fonde sur un certain nombre de caractères : en premier lieu, la possibilité de représenter les positions des raies par des formules rigoureuses, dont Balmer a donné le type. En second lieu, le phénomène de Zeeman, sur lequel je reviendrai tout à l'heure, permet de préciser l'ordre ainsi établi ; en effet, d'une façon générale, les spectres de raies sont sensibles à l'action du champ magnétique, et les raies d'un même corps appartenant à une même série sont affectées de la même manière ; enfin, les raies se déplacent légèrement sous l'action de la pression ; elles se déplacent aussi par effet Döppler, c'est-à-dire par suite du mouvement des éléments photogéniques, tandis que les bandes paraissaient, jusqu'en ces derniers temps, insensibles à tous ces effets. Toutefois, ces caractères distinctifs ont perdu, pour l'instant, un peu de leur valeur ; c'est ainsi que certains spectres de bandes sont faiblement modifiés par le champ magnétique ; c'est ce qui résulte des expériences très soignées de M. Fortrat ; il est donc possible que certaines bandes, considérées comme irrésolubles avec les moyens dont nous disposons, doivent rentrer un jour dans la catégorie des spectres de raies.

Quittons ces généralités ; de tous les corps dont on étudie l'émission lumineuse, l'hydrogène est le plus important, par suite du rôle qu'il joue dans toute la nature, et spécialement dans les étoiles et les nébuleuses. Son spectre est réparti en un certain nombre de séries, qu'on peut représenter par les formules suivantes, en désignant par V l'inverse de la longueur d'onde (c'est-à-dire une grandeur proportionnelle à la fréquence) et par N_0 la *constante universelle* $N_0 = 109.675$.

1re série principale. $\frac{V}{N_0} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{(1,5)^2}$ où $n = 2 - 3 - 4 - 5$.

2e série principale. $\frac{V}{N_0} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{(1,5)^2}$ où $n = 2,5 - 3,5 - 4,5$.

1re série secondaire. $\frac{V}{N_0} = \frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}$ où $m = 3 - 4 - 5.. - 31$.

2e série secondaire. $\frac{V}{N_0} = \frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}$ où $m = 3,5 - 4,5.. - 10,5$.

Série de Ritz . . . $\frac{V}{N_0} = \frac{1}{3^2} - \frac{1}{m^2}$ où $m = 4 - 5 - \ldots$

En 1896, l'astronome américain Pickering découvrit un certain nombre de raies, inobservées au laboratoire, dans le spectre de l'étoile ζ *Puppis*; ces raies se retrouvèrent dans la lumière de la plupart des étoiles « chaudes » désignées par O*d* dans le catalogue de l'Observatoire de Harvard College; on ne tarda pas à reconnaître qu'elles s'inséraient dans les formules ci-dessus, c'est-à-dire qu'elles appartenaient à la série principale et à la deuxième série secondaire du spectre de l'hydrogène; leur origine chimique se rattachait donc indiscutablement à cet élément: mais, comme elles n'avaient jamais apparu dans les expériences de laboratoire, sir Norman Lockyer les considérait comme caractéristiques d'une forme spéciale de ce gaz, le « protohydrogène » ou « hydrogène cosmique ». Or, cette hypothèse vient d'être jetée à bas par les faits; M. Fowler vient d'observer, au laboratoire, toutes ces raies, et d'autres encore, en opérant sur un mélange d'hydrogène et d'hélium; il emploie un tube Plücker, du modèle courant disposé pour l'observation suivant l'axe du capillaire, et remplit ce tube, sous une pression qui varie de 1/2 à 1 millimètre avec un mélange d'hélium et d'hydrogène, dont il ne paraît pas indiquer la teneur; ce mélange provient des gaz dégagés à chaud par la clévéite et a été purifié en absorbant les gaz plus liquéfiables par du charbon refroidi dans l'air liquide; l'étincelle condensée d'une forte bobine, en traversant ce mélange, y a fait apparaître des raies nouvelles dont les unes ont pu être identifiées avec celles de ζ *Puppis*, et dont les autres étaient parfaitement inconnues jusqu'à ce jour. L'intérêt de cette découverte est considérable pour l'Astrophysique: elle nous donne des raisons de croire qu'il n'y a pas dans le ciel d'autres éléments que ceux qui nous sont connus sur la Terre; il y a donc, dès à présent, gros à parier que les spectres du coronium et du nébulium, attribués jusqu'ici à des corps hypothétiques, pourront être reproduits au laboratoire; en même temps, l'expérience de M. Fowler montre aux physiciens quelle perturbation est produite dans l'émission spectrale par le mélange avec un corps étranger. Wood avait déjà observé, dans sa remarquable étude des spectres de résonance, que l'addition d'un gaz étranger (hélium dans la vapeur d'iode) pouvait modifier profondément l'émission lumineuse; voilà donc un fait avec lequel il faudra compter désormais.

III. — Électro-optique et magnéto-optique.

La succession des découvertes présente une logique qui n'apparaît souvent qu'après coup; ainsi, lorsqu'on s'est efforcé d'établir des liens entre l'Optique, l'Électricité et le Magnétisme, les premiers effets observés se sont rapportés à l'action des champs électrique et magnétique sur la *propagation* du mouvement; c'est en 1845 que Faraday a découvert la polarisation rotatoire magnétique, en 1875 que Kerr a constaté la biréfringence des diélectriques placés dans un champ électrique. En 1903, M. Meslin constatait de curieux phénomènes de dichroïsme produits par l'action du champ électrique ou du champ magnétique sur les liqueurs mixtes formées d'un liquide contenant en suspension des poussières cristallines; sous l'action électrique ou magnétique, les cristaux s'orientent de telle sorte que la composante de la vibration lumineuse parallèle à la force agissante n'est pas modifiée de la même manière que la composante perpendiculaire. Quelques années plus tard, en 1907, MM. Cotton et Mouton constataient l'existence d'une biréfringence produite dans les liquides diélectriques par les forces magnétiques; ils montraient que cet effet est en rapport avec une orientation de la molécule dans le champ, et M. Langevin, dans une explication plus complète, reliait entre eux les phénomènes de Kerr et de Cotton et Mouton et les rattachait à la théorie cinétique de la matière. Ainsi tous ces effets, bien que se rattachant directement à l'Optique, ont pour caractère principal de jeter une clarté nouvelle sur la cinématique moléculaire; se plaçant toujours à ce point de vue, M. Gutton vient de tirer des conséquences fort intéressantes de l'étude de la biréfringence électrique.

On avait essayé vainement jusqu'ici de mesurer le temps qui s'écoule entre la création du champ électrique et l'établissement de la biréfringence; ce temps qui, d'après les calculs de M. Langevin, représente la durée nécessaire pour l'orientation des molécules, paraissait inférieur à un millionème de seconde; sa mesure présentait donc des difficultés spéciales. M. Gutton a montré d'abord qu'il différait suivant le diélectrique employé: entre un polariseur N (fig. 3) et un analyseur N' à l'extinction, dont les plans de polarisation sont inclinés à 45° sur l'horizon, on dispose, sur le trajet du rayon lumineux XY, deux condensateurs C, C' immergés dans deux liquides différents et qu'on peut charger, soit lentement à l'aide d'une machine de Holtz HH', soit par les décharges rapides d'un Tesla TT' ou d'un oscillateur de Hertz. Les lignes de force du champ électrique sont horizontales dans C et verticales dans C', de telle sorte qu'en réglant convenablement la distance des armatures de l'un des condensateurs, on peut compenser les différences de marche que C et C' donnent aux deux composantes du rayon lumineux; par suite, l'extinction de la lumière subsiste lorsqu'on charge simultané-

ment C et C' avec la machine de Holtz; mais la compensation n'existe plus, et la lumière réapparaît lorsqu'on emploie les décharges oscillantes; ceci prouve que la biréfringence n'a pas eu le temps de s'établir aussi complètement dans un des liquides que dans l'autre et, par suite, qu'elle ne suit pas instantanément les variations du champ électrique. Ce premier résultat acquis, M. Gutton a fait agir en TT' des ondes hertziennes dont il a fait varier la période d'oscillation t, et il a déterminé la plus grande valeur t_1 de t pour laquelle la compensation, établie pour les charges statiques, se maintient pour

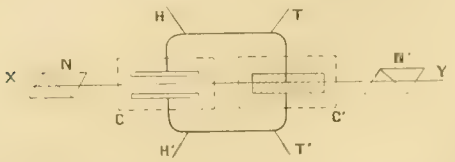


Fig. 3. — *Dispositif de M. Gutton pour l'étude du temps d'établissement de la biréfringence électrique.* — N, polariseur; N', analyseur; X Y, rayon lumineux; C C', condensateurs; H H', machine de Holtz; T T' machine de Tesla.

les charges oscillantes; t_1 représente évidemment la durée d'établissement de la biréfringence dans celui des deux liquides pour lequel cette durée est la plus grande. On trouve ainsi :

Pour le sulfure de carbone. . .	$t_1 = 1.4 \times 10^{-8}$ sec.
Le toluène.	$1,7 \times 10^{-8}$ »
Le bromonaphtalène.	$0,6 \times 10^{-8}$ »

Ces expériences nous montrent avec quelle sensibilité les méthodes modernes permettent d'atteindre des durées extraordinairement petites, comme celle qu'une molécule liquide exige pour pivoter sur elle-même, quand elle est soumise à l'action d'un champ électrique.

Mais les actions électriques et magnétiques ne s'exercent pas seulement sur l'onde en cours de propagation; elles exercent leur influence sur l'émission elle-même, dont elles modifient profondément le rythme; c'est par l'étude de ces phénomènes que nous pouvons espérer connaître la nature des éléments photogéniques, qui ne sont pas nécessairement les molécules ou les atomes; il semble en effet que l'émission des raies brillantes soit due à des molécules à charge positive, c'est-à-dire privées par ionisation d'un ou de plusieurs électrons. L'effet Stark (modification du spectre d'émission par un champ électrique) vient seulement de naître; de lui, on ne peut encore rien dire, sinon qu'il existe; mais l'effet Zeeman du magnétisme sur les éléments photogéniques a déjà grandi; il est même, si on peut dire, en plein âge ingrat; les phénomènes, d'abord relativement simples, se sont compliqués à tel point que les théoriciens, malgré la fertilité de leur esprit, commencent à ne plus s'y reconnaître. Ce qui avait contribué à accroître les difficultés, c'était l'incertitude sur la grandeur des champs magnétiques réalisés; cette difficulté paraît actuellement surmontée, grâce aux méthodes précises introduites par MM. Cotton, Sève et Weiss; malgré tout, les faits refusent de rentrer dans le cadre des idées théoriques de Lorentz. Dans toute cette confusion, on croit pourtant entrevoir une clarté : Paschen et Back ont constaté que, dans les champs magnétiques intenses, l'effet Zeeman se simplifie notablement; les mêmes conclusions se retrouvent dans les travaux effectués, à Zurich, par M. Fortrat avec le gros électro de Weiss; ceci porte à croire que certaines anomalies, dues sans doute à des liaisons entre électrons, deviennent prédominantes pour les champs médiocres et s'atténuent pour les intensités voisines de 50.000 gauss : on voit par là tout l'intérêt qui s'attache à poursuivre ces recherches avec des forces magnétiques plus intenses; il faut espérer que la science disposera bientôt, dans un espace qui ne soit pas ridiculement étroit, de champs magnétiques atteignant 75.000 gauss; ceci n'est pas une utopie; c'est même uniquement une question d'argent; il y a tout lieu d'espérer que les ressources ne manqueront pas pour une si belle œuvre.

En attendant qu'on en connaisse toutes les particularités, et qu'on les ait expliquées, l'effet Zeeman rend à la science, et surtout à l'Astrophysique, d'inappréciables services. On connaît l'admirable travail où M. G. Hale, créateur du grand observatoire californien du Mont-Wilson, a montré l'existence de ce phénomène dans les raies des taches solaires, et en a déduit l'existence d'un champ magnétique, perpendiculaire à la surface solaire et dont la grandeur peut atteindre plusieurs milliers de gauss; l'origine du champ magnétique des taches se trouve évidemment dans les tourbillons d'électrons entraînés par le mouvement giratoire qui écarte le voile brillant de la photosphère pour découvrir l'abîme sombre des profondeurs solaires. En plus de ces champs locaux, on pensait depuis longtemps que le Soleil possède un champ magnétique général, beaucoup moins intense que celui des taches, mais analogue, dans son ensemble, à celui de la Terre ou d'une sphère aimantée uniformément; l'inclinaison des rayons de la couronne dans le plan équatorial, qui s'observe à chaque éclipse totale, est faite pour donner du poids à cette supposition. D'autre part, Schuster admet que le magnétisme terrestre, comme celui des autres corps célestes, reconnaît pour cause générale la rotation de ces astres autour de leur axe

polaire : si une des charges électriques l'emporte sur la charge contraire, sa rotation produit nécessairement un champ magnétique. Hale a cherché à vérifier cette hypothèse pour le Soleil ; il a choisi une période d'activité minimum des taches, de façon à n'être pas gêné par les phénomènes accidentels, et il s'est efforcé de déceler un effet Zeeman variable avec la latitude, comme celui qui résulterait de l'action d'une sphère aimantée uniformément. L'effet, s'il existe, est à peine au-dessus de la limite de sensibilité des méthodes employées, de telle sorte qu'il faut faire quelques réserves sur la réalité des faits observés. Toutefois, les résultats paraissent confirmer l'hypothèse prise comme point de départ; ainsi, le déplacement des raies est maximum à 45 degrés de latitude, nul aux pôles et à l'équateur; il se produit en sens inverse dans les deux hémisphères; d'après la modification des raies, on peut évaluer à un millier de gauss la valeur maximum du champ magnétique solaire. La polarité du Soleil correspondrait alors à celle de la Terre, le pôle magnétique Nord correspondant avec le pôle Nord héliographique; enfin, en admettant la théorie de Schuster, on peut déduire de là que la surface solaire présente un excès de charges électriques négatives, c'est-à-dire que le champ *électrique* solaire est centripète. Tous ces résultats appellent évidemment des confirmations, mais l'ensemble des travaux de M. Hale nous montre quels puissants moyens d'investigation l'Optique a mis à la disposition des astronomes.

IV. — La constante solaire.

Les savants américains accaparent le Soleil, ou, pour mieux dire, ils étudient les problèmes solaires avec une puissance de moyens et une sûreté de méthode qu'il est bien difficile d'égaler. Nous venons d'en trouver un exemple dans les travaux de G. Hale; j'en voudrais citer un second, en résumant brièvement les résultats obtenus par Abbot et ses collaborateurs de l'Observatoire astrophysique de la Smithsonian Institution. Ces recherches, poursuivies depuis dix ans, viennent d'être réunies dans une publication qui est un véritable monument élevé à la science solaire[1]; elles se sont poursuivies sous des climats et à des altitudes différents, au mont Wilson (1.730 mètres), au mont Whitney (Californie, 4.420 mètres), à Bassour (Algérie, 1.160 mètres) et à Washington, au niveau de la mer. Le problème à résoudre était triple, et Abbot le pose en ces termes : 1° trouver la valeur exacte de la constante de radiation solaire, abstraction faite de l'absorption par l'atmosphère terrestre, c'est-à-dire déterminer l'énergie rayonnée par le Soleil sur l'unité de surface normale au flux et située dans le vide à la même distance du Soleil que la Terre; 2° rechercher si cette « constante » éprouve des variations, accidentelles ou périodiques, autres que celles qui tiennent aux changements de distance du Soleil; 3° si de semblables variations sont constatées, déterminer l'influence qu'elles exercent sur le climat de la Terre. De semblables problèmes exigent une méthode expérimentale sévèrement établie, de façon à éliminer les innombrables causes d'erreur qui tiennent à l'absorption atmosphérique. Je n'entrerai pas dans le détail des procédés employés par Abbot ; ils reposent, d'après le principe indiqué par Langley, sur l'observation simultanée du pyrhéliomètre et du bolomètre; chaque détermination exige vingt et une opérations combinées pour mener au résultat définitif, qui est estimé exact à moins d'un centième près. Abbot et ses collaborateurs ont effectué sept cents observations de cette sorte dans les conditions les plus variées; tout cela ne s'analyse pas en quelques lignes, mais on peut, du moins, faire connaître les résultats essentiels de ce travail formidable.

Ce qui ressort de plus général de toutes les mesures, c'est la valeur *moyenne* la plus probable de la constante solaire : l'énergie reçue est évaluée à 1,932 petites calories par centimètre carré et par minute; ce nombre est sensiblement inférieur à celui (2,1) qu'Abbot avait donné lui-même en 1908, et aux valeurs classiques indiquées par K. Angström (2,17), Crova (2,2) et Violle (2,5). Mais le plus curieux, c'est que la constante solaire paraît éprouver des variations périodiques, dont la grandeur atteint environ 7 °/₀, et dont la période est comprise entre une semaine et dix jours; ce sont les pulsations du cœur solaire, et elles n'avaient jamais été constatées aussi nettement que par Abbot. En plus de ces variations à courte période, il existe une relation entre l'abondance des taches et l'activité du rayonnement solaire : plus les taches sont fréquentes, plus intense est le rayonnement solaire ; il apparaît, d'après cela, que ces variations de température à longue période se produisent en sens inverse sur le Soleil et sur la Terre, puisque la température terrestre s'abaisse au moment du maximum des taches.

On conçoit toutes les conséquences qu'on peut tirer de ces faits pour la Météorologie ; je n'insisterai pas sur ce point, qui n'a que des rapports lointains avec l'Optique. Mais les recherches d'Abbot n'ont pas porté uniquement sur la radiation totale du Soleil ; elles nous ont encore aidé à mieux connaître la répartition de l'énergie rayonnée entre

[1] *Annals of the astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution*, vol. III, Washington, 1913.

les diverses longueurs d'onde; c'est ce que résume le tableau suivant :

LONGUEUR d'onde en μ	INTENSITÉ
0,30	539
0,40	1.338
0,47	6.240
0,50	6.062
0,60	5.042
0,80	2.665
1,0	1.657
2,0	247
3,0	14

Naturellement, ces résultats permettent de reprendre à nouveau le problème, toujours discuté, de la température solaire. Si on part de la loi du déplacement de Wien, le maximum d'énergie vers 0,47 fixe la température à 6.230 degrés absolus; en s'appuyant sur la loi de Stéfan, on en peut déduire que, pour rayonner, à la distance de la Terre, 1,922 calories par centimètre carré et par minute, le Soleil doit avoir une température de 5.830 degrés absolus; il s'agit, bien entendu, de la température du corps noir équivalent au Soleil, mais comme la photosphère n'est pas un radiateur intégral, il est possible que sa température réelle soit supérieure à 7.000 degrés absolus.

Un travail comme celui-ci comporte nécessairement des mesures très soignées de la transmission atmosphérique pour les diverses radiations; ces mesures mettent en évidence l'absorption que l'atmosphère exerce sur les régions violette et ultra-violette du spectre; ainsi, au niveau de la mer, la transparence zénithale atteint

Les valeurs	0,543	0,705	0,865	0,901	0,909
Pour les longueurs d'ondes.	0μ,4	0μ,5	0μ,8	1μ	2μ

L'atmosphère arrête près de la moitié du violet et seulement un dixième de l'infra-rouge. Dès lors, une question se pose : que deviennent les radiations absorbées? Nous savons qu'une part est simplement diffusée, c'est celle qui donne le bleu du ciel; mais une autre part est détruite sur place et convertie en chaleur; les études de M. Abbot ne lui ont pas encore permis de dresser le bilan exact de cette opération, mais il nous le promet pour plus tard et nous pouvons faire crédit à cet observateur aussi sagace que consciencieux.

Comme c'est par la lumière que nous communiquons avec les espaces célestes, tous les progrès de l'Optique ont leur application en Astro-physique; c'est assez dire quelle est l'étendue du champ à exploiter; je me bornerai, pour terminer, à indiquer une des plus inattendues parmi ces applications. W. Coblentz avait montré, il y a quelques années, que la lumière réfléchie par la Lune présente, dans l'infra-rouge, les mêmes anomalies que le pouvoir réflecteur des silicates; aujourd'hui, R. W. Wood, en étudiant les photographies de notre satellite prises en lumière jaune, violette et ultra-violette, a constaté la présence de certaines taches sombres tout à fait comparables à celles qu'on obtint en photographiant, dans les mêmes conditions, de la lave recouverte d'une couche mince de soufre; on voit par ces exemples que des études optiques permettront, un jour ou l'autre, d'instituer la pétrographie lunaire; ce ne sera pas la moins curieuse application de cette science.

L. Houllevigue,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Hilbert (D.), *Professeur à l'Université de Gœttingue.* — **Théorie des corps de nombres algébriques.** — *Ouvrage traduit de l'allemand par* MM. A. Lévy, *Professeur au lycée Saint-Louis, et* Th. Got, *ancien Ingénieur de la Marine, agrégé de l'Université, avec une préface et des notes de* M. G. Humbert, *membre de l'Institut, et des notes de* M. Th. Got. (*Prix* : 25 *fr.*) *Librairie scientifique A. Hermann et fils. Paris*, 1913.

La Société Mathématique allemande charge de temps en temps un de ses membres de lui présenter un « Bericht », un compte rendu détaillé de l'état d'une théorie. Parmi ces comptes rendus, un des plus remarqués a été celui qu'a fait, en 1894, M. Hilbert sur la Théorie des corps de nombres algébriques. C'est ce compte rendu, publié en allemand en 1897, dont MM. Lévy et Got donnent aujourd'hui au public français la traduction, augmentée de quelques notes dues à MM. Humbert et Got.

J'ai déjà essayé d'expliquer en peu de mots (analyse d'un livre de M. Sommer, *Revue gén. des Sc.*, t. XXII, p. 656) ce que c'est qu'un *nombre algébrique*, en particulier un *nombre algébrique entier*, et comment ces notions se sont introduites dans la science ; je n'y reviendrai pas.

On remarquera que l'ouvrage de M. Hilbert s'appelle : Théorie des *corps* de nombres algébriques, et non tout simplement : Théorie des nombres algébriques. C'est en effet une tendance de la théorie des nombres actuelle, de ne pas considérer les propriétés des nombres isolés, mais celles des ensembles de nombres. Cette tendance est née justement avec les recherches des mathématiciens sur les nombres algébriques.

Ils ont remarqué les analogies (analogies qui ne vont pas sans quelques différences) qu'il y a entre l'ensemble des nombres d'un corps algébrique et celui des nombres rationnels d'une part ; entre l'ensemble des entiers d'un corps algébrique et celui des entiers ordinaires d'autre part. Ces analogies tiennent évidemment à quelques propriétés fondamentales communes, et l'idée est venue, tout naturellement, d'étudier, en général, les ensembles qui jouissent de ces propriétés fondamentales. C'est ainsi que se sont formées les théories des *corps*, des *anneaux*, des *réseaux* ou *modules*, des *faisceaux* ou *groupes*.

En particulier, un *corps* de nombres est un ensemble de nombres tel qu'en faisant sur eux des additions, des soustractions, des multiplications, des divisions (en un mot, des opérations rationnelles), on retrouve toujours un nombre de l'ensemble.

Par exemple l'ensemble de tous les nombres rationnels (les entiers et les fractions ordinaires) forme un corps. Il en est de même de l'ensemble des fonctions rationnelles à coefficients rationnels d'un nombre algébrique α, et c'est cet ensemble qui constitue le corps algébrique $K(\alpha)$.

Un *anneau* de nombres est un ensemble de nombres tel qu'en faisant sur eux des additions, des soustractions, des multiplications (les opérations rationnelles entières) on retrouve toujours un nombre de l'ensemble. Tout corps est évidemment un anneau. Mais de plus il peut y avoir dans un corps des anneaux qui y soient contenus et qui, eux, ne soient pas des corps. Ainsi, dans le corps des nombres rationnels, il y a l'anneau des entiers ordinaires. Dans un corps algébrique, il y a l'anneau des entiers de ce corps.

Dans un corps, la question de la divisibilité ne se pose pas : tout nombre du corps est divisible par n'importe quel autre (sauf zéro). Ainsi, dans le corps des nombres rationnels, n'importe quel nombre rationnel $\frac{a}{b}$ est divisible par n'importe quel autre $\frac{c}{d}$, le rapport étant $\frac{ad}{bc}$.

Mais il n'en est pas de même dans les anneaux. Ainsi un entier ordinaire n'est pas divisible par n'importe quel autre ; un entier algébrique d'un corps n'est pas divisible par n'importe quel autre entier de ce corps. Ces questions de divisibilité constituent l'arithmétique des corps algébriques, et c'est à cette arithmétique qu'est consacré principalement l'ouvrage de M. Hilbert.

Sans entrer dans des détails techniques qui seraient déplacés dans cette Revue, nous pouvons donner une idée des grandes lignes de cette théorie.

L'idée qui vient naturellement au mathématicien est de chercher à transporter dans l'anneau des entiers d'un corps algébrique les lois de la divisibilité des entiers ordinaires. La première question qui se présente ainsi est celle des unités.

On appelle *unité*, dans un anneau, un élément de cet anneau qui divise tous les autres. Dans l'anneau des entiers ordinaires, il y a deux unités qui sont $+1$ et -1. Dans l'anneau des entiers d'un corps algébrique, il y en a, en général, une infinité (il n'y a exception que pour les corps de nombres du second degré imaginaires). Cette question des unités a été élucidée pour la première fois par Lejeune-Dirichlet en 1846. Elle est traitée dans l'ouvrage de M. Hilbert par des méthodes rapides dues à Minkowski. Deux entiers qui ne diffèrent que par un facteur unité sont dits *associés* ; ils ont les mêmes diviseurs et les mêmes multiples.

La question qui se présente ensuite est celle de la décomposition en facteurs premiers. On sait que, dans l'anneau des entiers ordinaires, on appelle nombre premier un entier positif qui n'a d'autre diviseur positif que lui-même ou l'unité. Et l'on a ce théorème : *au signe près, tout entier est décomposable en un produit de facteurs premiers, et cela d'une seule manière.* Ce théorème est d'ailleurs d'un usage constant, et l'on doit se demander s'il peut être transporté dans les corps algébriques. C'est-à-dire : *existe-t-il dans tout corps algébrique des entiers particuliers, qu'on appellera premiers, qui ne soient divisibles que par eux-mêmes et par les unités, et tels que tout entier du corps soit décomposable en un produit de facteurs premiers, et cela d'une seule manière, à un facteur unité près ?*

On l'a espéré longtemps. Euler l'admettait, Lamé aussi ; Cauchy a essayé de le démontrer. Mais il ne pouvait pas aboutir, car le fait n'est pas vrai en général. Nous avons expliqué cela dans notre analyse du livre de M. Sommer, citée plus haut. Nous y avons dit que cette difficulté a été levée par Kummer dans un cas particulier, et ensuite par M. Dedekind dans le cas général, au moyen de la considération des *idéaux*. Essayons de faire comprendre ici en peu de mots ce que c'est qu'un idéal d'un corps algébrique.

Soit l'expression $\alpha\xi$ dans laquelle α est un entier fixe du corps, et ξ varie, pouvant représenter tous les entiers du corps. Cette expression représente tous les multiples de α. Or, se donner α, c'est se donner l'ensemble de ses multiples ; réciproquement se donner l'ensemble de ses multiples, c'est se donner α (ou un nombre associé).

Une généralisation bien naturelle consiste à considérer l'ensemble des entiers $\alpha\xi + \beta\eta$; α et β étant deux entiers fixes du corps, et ξ, η, variant et pouvant représenter tous les entiers du corps. De même, on peut considérer l'ensemble des entiers $\alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta$, etc. Ce sont ces ensembles que M. Dedekind a appelés des *idéaux* L'idéal formé par l'ensemble des entiers $\alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta + \ldots$ se dénotera $(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)$.

Dans le corps des nombres rationnels, ces généralisations ne servent à rien, car on démontre le théorème suivant : *Si $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \xi, \eta, \zeta, \ldots$ sont des entiers ordinaires, et δ le plus grand commun diviseur de $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, tout entier de la forme $\alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta + \ldots$ est un multiple de δ, et réciproquement tout multiple de δ peut être mis sous cette forme.* De sorte que l'idéal $(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)$ n'est autre chose que l'idéal (δ) ; il se réduit aux multiples de δ, et sa considération ne peut servir à rien de plus que celle de l'entier δ lui-même.

En est-il de même dans un corps algébrique ? On démontre que, si cela est, il y a dans le corps une décomposition des entiers en facteurs premiers, décomposition possible d'une seule façon, à un facteur unité près.

Puisque cette dernière propriété n'est pas vraie en général, c'est que l'autre ne l'est pas non plus. Il y a donc lieu de considérer des idéaux (α, β), (α, β, γ), etc.

Les idéaux les plus simples sont les idéaux tels que (α), l'ensemble des multiples de α. On les appelle idéaux *principaux*.

Dans le corps des nombres rationnels tout idéal est principal. Il en est de même dans quelques corps particuliers, mais il n'en est pas de même en général. En tout cas, il peut arriver qu'un idéal $(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)$ défini par k entiers $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ se réduise à un autre défini par moins de k entiers.

On définit la multiplication des idéaux par la formule suivante :

$$(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)(\alpha', \beta', \gamma', \ldots) = (\alpha\alpha', \alpha\beta', \alpha\gamma', \ldots, \beta\alpha', \beta\beta', \beta\gamma', \ldots, \gamma\alpha', \gamma\beta', \gamma\gamma', \ldots\ldots)$$

En particulier, si les idéaux sont principaux, $(\alpha)(\alpha') = (\alpha\alpha')$, de sorte que la multiplication des entiers est un cas particulier de la multiplication des idéaux.

Ceci posé, si l'on considère non plus seulement l'ensemble des entiers ou, ce qui revient au même, l'ensemble des idéaux principaux d'un corps, mais l'ensemble de tous les idéaux de ce corps, alors dans ce nouvel ensemble, qui comprend l'ancien, on peut trouver des idéaux qui jouent le rôle de facteurs premiers. Tout entier du corps se trouve alors décomposé en facteurs premiers ; seulement ces facteurs ne sont pas toujours des entiers, ce peuvent être des idéaux.

Enfin une troisième question fondamentale se pose, celle des *classes* d'idéaux. Dans toute recherche sur les entiers d'un corps où l'on est amené à décomposer ces entiers en idéaux premiers, le résultat pourra se présenter sous forme d'un produit d'idéaux, et alors ce résultat sera-t-il un idéal, sera-t-il un nombre ? C'est en cherchant à résoudre ce problème qu'on est amené à la considération des classes.

Ayant défini le rapport de deux idéaux, on dit que deux idéaux sont de même classe lorsque leur rapport est un nombre. Le théorème fondamental de cette théorie est que le nombre des classes d'idéaux d'un corps est fini, et le problème se pose de chercher une expression de ce nombre, commode à calculer. Recherche des unités, des idéaux premiers, du nombre de classes d'idéaux, tels sont les trois grands problèmes de la théorie.

Une autre notion importante est celle de *corps relatif*, que nous avons définie dans notre analyse du livre de M. Sommer citée plus haut, et qui est traitée ici avec toute l'ampleur désirable.

La première partie du livre de M. Hilbert est consacrée à l'exposé général de toutes ces questions. Les parties suivantes traitent de corps particuliers. La seconde s'occupe des corps *galoisiens*. Considérons une équation algébrique irréductible de degré n. Elle a n racines, elle donne donc naissance à n corps algébriques, lesquels sont en général distincts. Dans le cas où ils ne le sont pas, l'équation est dite de Galois et le corps unique auquel elle donne naissance est dit galoisien. On conçoit que l'étude d'un tel corps présente des particularités intéressantes. D'autant plus qu'un corps quelconque peut être considéré comme un *sous-corps* d'un corps galoisien (c'est-à-dire contenu dans un corps galoisien).

La troisième partie traite des corps quadratiques, c'est-à-dire des corps engendrés par une équation du second degré. Ils sont galoisiens. Leur théorie est dans un rapport étroit avec celle des formes quadratiques binaires.

La quatrième partie est consacrée aux corps *circulaires*, c'est-à-dire engendrés par une racine imaginaire de l'unité. Ce sont ces corps qu'a étudiés Kummer et pour lesquels il a introduit dans la science les nombres idéaux.

Enfin la cinquième partie traite des corps *kummériens*. M. Hilbert appelle ainsi les corps qu'on forme en adjoignant au corps engendré par une racine $p^{\text{ème}}$ imaginaire de l'unité (p premier), la racine $p^{\text{ème}}$ d'un entier de ce corps. Dans cette partie se trouve traitée l'équation célèbre de Fermat, $x^n + y^n = z^n$.

L'ouvrage de M. Hilbert est l'exposé le plus complet qui existe actuellement de la Théorie des corps algébriques. M. Hilbert était particulièrement qualifié pour le donner, ayant lui-même contribué grandement par ses travaux aux progrès de cette théorie. Principalement dans la seconde, la troisième et la cinquième partie de son compte rendu, il a considérablement innové, à la fois dans les méthodes et dans les résultats.

Mais il ne faut pas oublier qu'il n'a voulu faire qu'un compte rendu et non pas un traité. C'est ce qui explique que ses démonstrations soient parfois un peu sommaires. Le lecteur accueillera donc avec plaisir les notes de M. Humbert et celles de M. Got qui complètent certaines de ces démonstrations.

Enfin, la fondation du prix Wolfskehl ayant donné un renouveau d'actualité à la question du « grand » théorème de Fermat, M. Got a ajouté à la fin du volume une note particulièremant importante (42 pages) sur les recherches faites sur ce théorème, postérieurement à la démonstration qu'en a donnée Kummer dans le cas de certains exposants, dits *réguliers* (démonstration qui se trouve dans le corps de l'ouvrage). Le plus important des résultats auxquels elles ont conduit est encore de Kummer ; il consiste dans la démonstration du théorème, pour certains exposants non réguliers. Tout en suivant la marche de Kummer, M. Got y apporte les changements nécessaires pour la faire cadrer avec la conception actuelle des idéaux, et avec les notations de M. Hilbert. Il l'a fait d'une façon élégante et en abrégeant notablement les calculs.

Toutes ces notes ajoutent beaucoup à l'intérêt de la traduction. On peut regretter seulement qu'elles ne soient pas plus nombreuses encore. Depuis 1897, date de la publication du *Bericht*, certains progrès ont été accomplis ; quelques notes en faisant mention auraient été les bienvenues. Les auteurs reconnaîtront que, si c'est là un reproche à leur adresse, c'est en même temps un éloge.

E. Cahen,
Chargé d'un cours de Théorie des Nombres à la Sorbonne.

Branford (B.). — **Betrachtungen über mathematische Erziehung vom Kindergarten bis zur Universität.** — *Traduction allemande de* B. Schimmack *et* H. Weinreich. — 1 *vol. in-8° de* 334 *pages, avec* 114 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *B.-G. Teubner, éditeurs. Leipzig et Berlin*, 1913.

L'édition originale de cette étude a été publiée en anglais sous le titre *Study of mathematical Education.* Ce n'est pas un exposé dogmatique des principes des-

tinés aux maîtres qui débutent dans l'enseignement mathématique. L'auteur apporte des faits, des observations nombreuses et les résultats d'une longue expérience de l'enseignement aux différents degrés, depuis la première initiation jusqu'à l'enseignement supérieur. Il montre, à l'aide de nombreux exemples, ce qui intéresse l'enfant et comment on peut développer chez lui les facultés intellectuelles. Par cela même son livre constitue une importante contribution à l'étude du rôle de la psychologie dans la méthodologie mathématique.

La Géométrie, considérée comme science expérimentale, forme le point de départ, puis vient l'Arithmétique. Il ne néglige cependant pas la partie démonstrative ; il montre précisément comment ces deux parties doivent se suivre et se compléter.

Nous recommandons le livre de M. Branford à tous ceux qui, possédant quelque peu l'allemand ou l'anglais, enseignent les Mathématiques dans les écoles élémentaires et secondaires.

H. Fehr,
Professeur à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Chéneveau (C.), *Docteur ès sciences.* — **Les propriétés optiques des solutions.** — 1 *vol. in-8° de* 240 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1913.

On connaît l'importance qu'ont prise, en Chimie organique, les déterminations optiques. Les notions de réfraction et de dispersion spécifiques et moléculaires sont familières à tous les chimistes : leur emploi contribue fréquemment à élucider tel ou tel problème de *constitution* moléculaire. Les règles relatives à ces questions ont été établies à l'aide d'expériences faites sur des substances liquides pures, et en général à la température ordinaire. Quand le corps est solide, on ne peut l'étudier qu'en dissolution et on introduit ainsi un facteur d'incertitude, le dissolvant. En Chimie minérale, d'ailleurs, la majorité des corps se présente sous la forme solide ; les données optiques qui les concernent ne sauraient provenir que de l'examen de leurs solutions, notamment des solutions aqueuses.

M. Chéneveau a eu le grand mérite de réunir de nombreux documents épars et de les joindre à ses expériences personnelles pour en faire un tout complet qu'il nous présente dans son ouvrage sur les propriétés optiques des solutions.

L'auteur commence par développer les relations qui existent entre l'indice de réfraction d'un corps et sa densité (règles de Gladstone, de Lorentz, etc.), ainsi que les formules de dispersion ; il démontre entre autres la loi de Lorentz dans la théorie des électrons. Puis il entreprend une discussion minutieuse et très documentée des solutions aqueuses, à la suite de laquelle il peut affirmer que chaque substance possède en dissolution une constante optique, c'est-à-dire un pouvoir réfringent spécifique, caractéristique, sensiblement indépendant de la concentration et de l'état d'ionisation ou d'hydratation de la molécule considérée. Il en résulte que toute anomalie optique pourra être regardée comme l'indice d'une modification chimique au sein du mélange.

La place consacrée à la Chimie organique est naturellement plus restreinte ; ici les dissolutions constituent l'exception ; on étudie plutôt les corps à l'état liquide, ainsi que nous le disions plus haut. Les chimistes liront cependant avec profit le chapitre relatif à la constitution d'un composé ; la conclusion mérite pleine approbation : la règle d'addition a été établie dans les cas simples ; on doit l'appliquer avec grande prudence dès que la constitution devient un peu complexe et il faut se garder de toute généralisation hâtive. On peut ajouter que l'*exaltation*, qui était jusqu'ici l'exception, va jouer un rôle de plus en plus considérable dans l'optique des substances organiques[1].

La description précise des appareils et des méthodes termine cet excellent ouvrage, que devront consulter désormais tous ceux qui ont à s'occuper de la réfraction et de la dispersion des composés chimiques.

P.-Th. Muller,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Werner (A.), *Professeur à l'Université de Zurich.* — **Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie.** 3e *édition.* — 1 *vol. in-8° de* 210 *pages de la collection* Die Wissenschaft, *n°* 8. (*Prix* : 13 *fr.* 75.) *F. Vieweg und Sohn, Braunschweig,* 1913.

Les conceptions nouvelles que Werner a introduites dans le domaine de la Chimie inorganique : la valence variable, l'indice de coordination et l'isomérie stéréochimique, sont bien connues de nos lecteurs ; elles ont été exposées ici par l'auteur lui-même[2], et, plus récemment, par M. Mailhe[3]. Elles l'ont amené à créer, avec le concours de ses élèves, un nombre considérable de complexes métalliques, dont un certain nombre actifs sur la lumière polarisée.

Dans cet ouvrage, parvenu en huit ans à sa 3e édition, M. Werner, d'une part, retrace, d'une façon systématique, les idées théoriques qui ont servi de base à ses travaux ; d'autre part, il étudie et classe, à la lumière de ces conceptions, toutes les combinaisons inorganiques préparées par lui et par d'autres savants, et il s'efforce de généraliser ses vues à l'ensemble des composés de la Chimie minérale.

Ce livre, dont les précédentes éditions ont déjà exercé une influence considérable sur l'orientation des recherches chimiques au cours de ces dernières années, est appelé à devenir classique, et sa lecture s'impose à tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la Chimie. L. B.

Damour (Emilio), **Carnot** (Jean) et **Rengade** (Etienne). — **Les sources de l'énergie calorifique.** — 1 *vol. in-8°, avec* 131 *figures dans le texte.* (*Prix relié* : 20 *fr.*) *Librairie Polytechnique Ch. Béranger. Paris,* 1914.

Cet ouvrage vient en tête de l'*Encyclopédie de Science chimique appliquée aux Arts industriels* dont la publication se fait sous la direction de M. C. Chabrié. Ainsi que l'explique lui-même cet éminent professeur, le but qu'il poursuit, avec ses collaborateurs, est de réunir dans une même collection tous les principes de science pure pouvant être utiles aux anciens élèves des Ecoles et Instituts, qui font leur carrière dans les diverses applications de la Chimie. Les matières traitées doivent se rapporter non à une industrie déterminée, mais à des principes généraux de science présentant de grandes analogies.

Ce programme, de haute envolée, a été parfaitement bien réalisé par les auteurs du livre en question, où le lecteur trouvera peu de descriptions, mais plutôt des méthodes, des idées générales, des explications, des procédés de mesure et de calcul.

L'ouvrage comprend deux parties bien distinctes, dont l'une est cependant plus théorique que l'autre : la combustion, la gazéification et le chauffage électrique, d'une part, par MM. Damour et Carnot, les combustibles et les foyers, d'autre part, par M. Rengade.

Dans son ancien traité *Le chauffage industriel et les fours à gaz*, paru il y a douze ans, et déjà fort remarqué, M. Damour présentait une théorie générale de l'utilisation de la chaleur et de la récupération dans les fours et indiquait aux industriels les données et lois

[1] Voir par ex. Eisenlohr : Spectrochemie organischer Verbindungen (1912), publication dont M. Chéneveau devra tenir compte dans une nouvelle édition de son livre.
[2] *Revue* du 30 juin 1906, t. XVII, p. 538 et suiv.
[3] *Revue* du 15 juin 1913, t. XXIV, p. 428 et suiv.

LIBRARY

scientifiques leur permettant d'établir un bilan de leurs fours. Tenant compte des résultats obtenus dans les récents travaux de laboratoire concernant notamment les équilibres des réactions de combustibles réversibles, il a remanié son premier travail et complété la théorie de la combustion par l'étude scientifique de la gazéification des combustibles. Il a conservé, toutefois, tous les passages relatifs à la récupération et au classement des fours à gaz qui ne se sont pas modifiés. Enfin, il a été amené par les circonstances à élargir le cadre du chauffage industriel et à faire rentrer parmi les sources de l'énergie calorifique l'utilisation de toutes les formes de l'énergie, en particulier celle de l'énergie électrique. C'est que, depuis quelques années, le chauffage par l'électricité est devenu un concurrent sérieux pour le chauffage à la houille et, dans certains cas, les deux solutions thermique et électrique arrivent à se balancer. Pour cette étude un peu spéciale, M. Damour s'est adjoint la collaboration d'un ingénieur très compétent en la matière, M. Jean Carnot. Celui-ci, dans un chapitre documenté, passe en revue les principaux fours électriques appliqués dans les fabrications du fer, du carbure de calcium, de l'aluminium et du sulfure de carbone, et décrit les appareils de la Société de Froges, de Keller, de Heroult, de Girod, de Stassano, de Gin, de Conley, de Kjellin, de Röchling-Rodenhauser, de Memmo, de Taylor, etc., dont le lecteur trouvera ainsi rassemblées toutes les caractéristiques.

Toute cette première partie de l'ouvrage indique les meilleures conditions économiques pour obtenir une température déterminée dans un four quelconque. M. Rengade prend alors chaque combustible et examine de quelles manières il peut être utilisé dans le même but. L'auteur classe les combustibles d'abord suivant leur état physique : solides, liquides ou gazeux, ces trois classes correspondant à des procédés d'utilisation très différents. Dans chacune d'elles, il distingue les combustibles naturels et les combustibles artificiels. En outre, les combustibles solides naturels se subdivisent eux-mêmes en combustibles actuels, que la végétation produit sous nos yeux, et combustibles fossiles, qui constituent des réserves accumulées depuis les périodes géologiques. Le dernier chapitre comporte enfin l'étude des foyers et des appareils d'utilisation à titre purement descriptif et pratique, les théories générales de la combustion et des équilibres chimiques ayant été déjà longuement exposées par M. Damour.

Ce volume, on le voit, constitue un travail très complet et tout à fait actuel sur la question du chauffage dont le rôle est primordial dans toute industrie. Un ingénieur d'usine aura tout intérêt à le consulter et à s'en inspirer.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur Civil.

3° Sciences naturelles

Scrivenor (J.-B.), *Géologue du Gouvernement des États Malais fédérés.* — **The geology and mining industry of the Kinta District** (LA GÉOLOGIE ET L'INDUSTRIE MINIÈRE DU DISTRICT DE KINTA, DANS LES ETATS MALAIS). — *1 vol. in-8° de 92 pages, avec 11 figures, 20 planches et 1 carte géologique.* (*Prix cartonné : 6 fr. 75.*) *Government printing Office, Kuala Lumpur*, 1913.

Ce travail nous renseigne, d'une façon détaillée, sur une région industrielle bien connue par sa très importante production d'étain. Il est accompagné d'une carte géologique qui met en évidence l'existence d'un axe granitique, longé à l'ouest par des calcaires et par des terrains de la série de Gondwana. Des intrusions granitiques minces pénètrent jusque dans ces derniers, et ont contribué à la production de schistes tourmalinifères. Les gisements stannifères originels sont dans ces formations anciennes, sur lesquelles le granite a exercé son action métallisante, ou dans le granite lui-même. On peut notamment citer, comme particulièrement curieuses, des sortes de cheminées métallifères (pipes), analogues à celles de Waterberg, dans l'Afrique du Sud. A Kampar, une de ces cheminées, encaissées dans le granite, est formée de feldspath, de tourmaline, de cassitérite et de sulfures métalliques. Elle a $2^m,30$ sur $4^m,30$ de section, et a été suivie sur 70 mètres de profondeur. La teneur moyenne en cassitérite a été de 5 %. Le granite, au contact, contenait de la topaze, de la fuchsite, de la pyrite, de la blende, etc. Les dépôts dans le calcaire sont remarquables par les formes singulières qui sont résultées d'une telle roche encaissante. On a quelquefois des filons (veins), à Siak, à Ayer Dangsang, à Penkalan. Ailleurs (Changkat Pari, Lahat, etc.), on a aussi des cheminées (pipes), où la cassitérite avec pyrite, chalcopyrite, mispickel, fluorine (et rarement tourmaline) est cimentée par de la calcite. Il est arrivé parfois que la calcite a été redissoute par la circulation des eaux superficielles, les sulfures ont été en même temps oxydés, et il en est résulté une formation bizarre ayant l'aspect d'un dépôt détritique qui remplirait une sorte d'aven aux formes compliquées. Celui de Lahat, le plus remarquable, a pu être suivi sur plus de 100 mètres de hauteur.

D'une façon générale, il y a, d'ailleurs, lieu de remarquer, dans ce district, le rôle essentiel des circulations d'eau superficielles, dont l'action s'est trouvée activée par un climat tropical. Dans ces conditions, la silice est dissoute, et les roches les plus dures sont désagrégées. Ce phénomène a puissamment contribué à rendre exploitables des gisements qui, sans lui, seraient restés inutilisables. Il a, en même temps, préparé la voie aux remaniements proprement dits, qui sont résultés, soit de l'activité fluviatile, soit de l'activité glaciaire, et qui sont l'origine des principaux dépôts stannifères industriels.

L. DE LAUNAY,
Membre de l'Institut.

Cresson (André), *Docteur ès lettres, Professeur agrégé de philosophie au collège Chaptal.* — **L'espèce et son serviteur** (SEXUALITÉ, MORALITÉ). — *1 volume de 347 pages, avec 42 figures, de la Bibliothèque scientifique internationale.* (*Prix : 6 francs.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1913.

« ... Nature lends such evil dreams,
so careful of the type she seems,
so carelesss of the single life. »
(*In Memoriam, LIV*).

Dire que trois vers de Tennyson, publiés en 1850, pourraient servir d'épigraphe à cet ouvrage, et qu'ils en résument la conclusion la plus importante, c'est rappeler que cette conclusion n'est pas nouvelle. Maint philosophe, comme Chamfort ou Schopenhauer, y avait été conduit par l'observation de quelques-uns des faits dont Darwin et Weismann[1] surent multiplier le nombre et mieux dégager le sens.

Personne, toutefois, croyons-nous, avant M. Cresson, n'avait démontré cette vérité d'une manière aussi systématique, ni accumulé autant d'exemples pour la mettre hors de conteste. Exemples presque tous bien choisis quant à la force probante, mais trop souvent empruntés aux ouvrages de Brehm ou de Darwin, et acceptés sans critique, sans la préoccupation de savoir si, à l'heure actuelle, on les considère comme adéquats aux faits. Et pourtant, Plate[2], Kellogg[3] dont les livres sont tout à fait classiques, n'avaient-ils pas, à propos de la sélection sexuelle, très bien dit ce qu'il en faut penser ? Plus récemment, M. Gaston Bonnier[4] n'a-t-il pas réduit à ses justes pro-

[1] Ueber die Dauer des Lebens (Iena, 1882), etc.
[2] Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung (Leipzig, 3e édition, 1908).
[3] Darwinism to day (New-York, 1907).
[4] Pour et contre le Darwinisme (*Revue Hebdomadaire*, du 1er juillet 1911).

portions la fécondation des Orchidées par les Insectes? De même encore pour Fabre. Nous lui devons beaucoup. Tandis que le plus grand mérite de Darwin est d'avoir mis en évidence quelques vérités très générales : la lutte pour la vie, la survivance du plus apte, et par conséquent la sélection naturelle (comprise au sens large, comme l'entend, du reste, M. Cresson), celui de Fabre est d'avoir découvert ou retrouvé nombre de faits d'un intérêt indéniable. Mais a-t-il toujours manié la méthode expérimentale d'une manière exempte de fautes? Faut-il ne connaître ou du moins ne citer que lui; et les travaux de Ferton, de Marchal, de G. et E. Peckham, entre autres, ne méritent-ils pas d'être consultés à leur tour?

Ces réserves formulées, hâtons-nous de dire que les faits invoqués par l'auteur à l'appui de sa thèse nous semblent, presque toujours, avoir été bien établis et interprétés d'une façon correcte. — Son livre montre d'abord comment chaque espèce a pour ainsi dire résolu l'un des deux problèmes essentiels de la vie.

Les êtres vivants possèdent en effet deux ordres d'organes, auxquels correspondent, chez tous ceux dont la structure est assez complexe, deux ordres de besoins et d'instincts. Du fonctionnement des premiers résulte la conservation individuelle; celui des seconds aboutit à celle de l'espèce. Or, dans presque tous les cas, les seconds ne peuvent être satisfaits que par un sacrifice plus ou moins complet des premiers : la fécondation ne comporte-t-elle pas des risques pour toutes les femelles et pour beaucoup de mâles?

D'autre part, et de toute évidence, les êtres qui n'ont pas su faire, fût-ce au prix d'un écrasant labeur, l'indispensable pour se reproduire, élever leurs jeunes ou les mettre à l'abri, ont été fatalement éliminés. Les individus qui subsistent semblent, dès lors, très souvent, doués des seules facultés nécessaires pour l'avenir de leur type, et destinés à disparaître dès qu'ils ont assuré cet avenir. — Ne les voit-on pas, périodiquement, comme mus par une inquiétude douloureuse, par une sorte de passion exclusive et dominatrice, manifester un oubli complet d'eux-mêmes, une négligence absolue de leur intérêt, pour exécuter, avec une habileté de combinaison et une sûreté merveilleuses, des séries d'actes qui ne leur servent absolument à rien, mais qui souvent les épuisent et parfois leur font courir de grands dangers? Les travaux accomplis de la sorte paraissent dénoter chez leurs auteurs une claire conception, et de l'acte à faire, et des moyens convenables pour l'exécuter; mais cette conception ne semble naître dans la conscience des individus qu'au moment où l'espèce a besoin qu'elle y surgisse. Impossible alors, en effet, d'invoquer toujours l'imitation : dans beaucoup de cas, notamment chez les Insectes, l'œuvre compliquée qui doit assurer la vie des jeunes s'exécute sans que l'ouvrier ait jamais pu apprendre à la réaliser, puisque les individus de deux générations successives ne se connaissent pas. Chacun d'eux se sacrifie pourtant, à son tour, en bon serviteur de l'espèce. Il semble donc que l'unique objet de la Nature, que le but atteint par elle, d'une manière d'ailleurs toute inconsciente et mécanique, soit d'assurer la durée des espèces par le labeur des individus et à leur détriment.

D'après M. Cresson, ce qui est de l'intérêt de l'espèce s'est à l'origine greffé à la manière d'un parasite. Mais il y a plus : chez les animaux élevés en organisation, un ensemble de douleurs et de plaisirs s'est si bien lié au fonctionnement des organes qui intéressent la durée de leur type, que les individus sont incapables d'en séparer leur propre intérêt. Le plaisir n'est-il pas toujours le plaisir; la douleur, la douleur; quelles qu'en soient les causes? Un être n'est tiraillé par des tendances adverses que lorsqu'il est mal adapté aux conditions de sa vie ou, comme l'homme, supérieurement doué. L'inquiétude de l'homme elle-même, généreusement attribuée à son intelligence, ou expliquée à la manière de Pascal par des causes surnaturelles, signifie peut-être simplement que son adaptation demeure encore imparfaite.

La conclusion la plus générale de l'ouvrage se dégage de ce qui précède sans aucune difficulté. Pour la conservation de leur espèce, peu importe que les êtres connaissent exactement leur milieu; il est, par contre, indispensable qu'ils soient en état de s'y diriger. La Nature n'avait que faire de leur accorder des perceptions vraies, puisqu'il suffisait de leur en donner d'utiles. Qu'importe que l'individu soit dupe de ses représentations, dupe de ses instincts, pourvu qu'il soit en état de vivre et de procréer!

Il serait difficile de faire en quelques lignes la critique de ce travail. On peut se demander toutefois, puisqu'en Biologie toute règle, si bien fondée soit-elle, souffre des exceptions, si celle qui nous occupe n'en admettrait pas quelques-unes. N'y a-t-il pas, par exemple, des mâles surabondamment nourris? Presque tous ceux de l'espèce humaine et de beaucoup d'espèces domestiques le sont toute l'année; périodiquement, au printemps ou à l'automne, le sont ceux d'une foule d'autres espèces. Il convient de se demander si l'exercice de la fonction sexuelle a, chez eux, des effets désastreux ou nuisibles. On le soutiendrait malaisément. N'est-ce pas, cette fois encore, affaire de mesure, de modération, d'équilibre?

Simplement déduite de l'étude des instincts, la thèse de M. Cresson ne le serait-elle pas d'une manière beaucoup plus rigoureuse? Poussant les choses à l'extrême, il paraît croire que toute perte de substance, comme le rejet d'un spermatozoïde ou d'un ovule, constitue pour l'individu un irréparable malheur. Est-ce bien exact, et ne peut-on pas refuser d'admettre ce postulatum? L'instinct ou le besoin qui les pousse à se reproduire est un grand mobile d'action des êtres animés. Mais est-il le seul? La faim, aussi bien que l'amour, mène le monde vivant; ne l'emporte-t-elle pas maintes fois sur ce dernier? — Enfin, que l'individu vive en serviteur ou en ennemi de son espèce, qu'il obéisse à ses instincts ou s'en libère, qu'il élève, ou, ce qui n'est pas rare, dévore ses petits, le résultat final n'est-il pas pour lui le même, ou à peu près?

ETIENNE MAIGRE.

Jumelle (Henri) et **Perrier de la Bathie** (H.). — **Palmiers de Madagascar.** — *1 vol. in-8° de 91 pages, avec 43 planches. Marseille, Musée Colonial, et Paris, Challamel,* 1913.

L'étude de MM. Jumelle et Perrier de la Bathie est consacrée à de nombreux Palmiers, récoltés par l'un d'eux au cours de ses voyages à Madagascar.

Après avoir très brièvement rappelé les travaux faits par d'autres auteurs sur les palmiers malgaches, les auteurs entament la description des 14 genres et des 35 espèces qui font l'objet de ce travail.

Chaque palmier est minutieusement décrit, ainsi que son aire géographique, ses principables formes. Les auteurs discutent, lorsqu'il y a lieu, sa nomenclature, et en donnent les noms indigènes et les usages.

Un certain nombre de ces espèces sont nouvelles; dans un résumé qui termine le volume, les auteurs rappellent les différentes espèces et leurs caractères distinctifs.

Les auteurs insistent avec raison sur la présence, à Madagascar, d'un *Elæis* voisin de l'*Elæis guineensis*. Ce palmier est malheureusement peu productif et il n'est exploité, pour l'huile de ses fruits, que bien rarement. Par contre, il donne un vin de palme et un chou excellents. Les auteurs s'étendent également sur les *Hyphæne* et les *Borassus* qu'ils ont eu l'occasion d'étudier. Enfin, d'excellentes photographies viennent heureusement compléter les descriptions. Qu'il nous soit permis de regretter l'absence de quelques croquis complémentaires.

C. L. GATIN,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur Agronome.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Mars 1914.

M. **Emile Yung** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Clairin** : Sur quelques transformations de Backlund. — M. **J. Drach** : Sur les équations différentielles du premier ordre et du premier degré. — M. **G. Rémoundos** : Sur les séries de fonctions multiformes dans un domaine. — M. **A. Korn** : Sur le problème des sphères pulsantes et la théorie de la gravitation. — M. **G. Lippmann** décrit une méthode photographique directe pour la détermination des différences de longitude. La différence de longitude entre deux stations est un angle constant, à savoir la distance qui sépare les deux zéniths, mesurée en ascension droite. A l'aide d'un artifice optique, l'auteur rend le zénith de chaque station visible à un moment quelconque dans le ciel, sous forme d'une étoile artificielle assez brillante pour venir en photographie instantanée. En photographiant simultanément aux deux stations chaque zénith au milieu de étoiles, on a deux clichés dont la réduction donne la distance angulaire cherchée.

2° Sciences physiques. — M. **Ed. Cannevel** présente un nouveau dispositif de miroirs pour phares et autres projecteurs de lumière, consistant dans un miroir à échelons constitué d'éléments paraboliques et annulaires combinés avec un miroir sphérique. — M. **P. Vaillant** a constaté que la grandeur des gouttes qui se détachent d'un orifice capillaire varie avec la vitesse de chute; mais cette variation est discontinue et marquée par plusieurs maxima de grandeur. — M. **L. Décombe** établit directement la loi de Joule à partir d'un mécanisme atomique déterminé. — MM. **A. Perrier** et **H. K. Onnes** montrent que les écarts de la loi Curie-Langevin que présente à basse température l'oxygène pur ne sont pas un effet direct de la variation de température, mais proviennent de l'augmentation de la densité ou du rapprochement des molécules. — M. **V. Auger** a constaté que le carbonate basique amorphe de cuivre en présence de CO^2 se transforme totalement en azurite en amorçant la réaction avec un peu de ce dernier corps. Le carbonate double de Cu et de Na, en présence de CO^2 sous pression, fournit un mélange d'azurite et de $NaHCO^3$ sans amorçage. — MM. **E. Rengade** et **N. Costeanu** ont déterminé les densités des protosulfures alcalins : Na^2S, 1,856 : K^2S, 1,805; Rb^2S, 2,912; ainsi que leurs chaleurs de formation : 89,7, 87,1 et 87,1 cal. respectivement. — Mlle **H. Cavaignac** montre qu'à l'ébullition la précipitation de l'alumine par l'ammoniaque en présence d'acide fluorhydrique est tout à fait incomplète. — M. **A. Gautier** a étudié la composition des différentes minervites connues et distingue les trois types suivants : minervite de Minerve $(P^2O^5.Al^2O^3.7H^2O)^7$. $(P^2O^5.2K^2O.H^2O)$ $(P^2O^5.K^2O.2H^2O)$ H^2O; minervite de la Réunion $(P^2O^5.Al^2O^3.7H^2O)^5$. $P^2O^5.2K^2O.H^2O)$; palmérite $(P^2O^5.Al^2O^3.7H^2O)^4$. $(P^2O^5.2K^2O.H^2O).2H^2O$. Dans toutes ces substances, la quantité totale des bases est insuffisante pour former des phosphates saturés. Les minervites dérivent d'un phosphate basique d'ammoniaque (guano), car l'ammoniaque y persiste. — MM. **A. Fernbach** et **M. Schoen** signalent la formation d'aldéhyde pyruvique (méthylglyoxal) dans la décomposition du dextrose en milieu alcalin. — MM. **Cousin** et **Volmar** ont reconnu que le nitrile salicylique fondant à 195° est en réalité du disalicylamide; le polynitrile de Grimaux fondant à 300° est une trioxytriphénylglyoxaline encore inconnue. — MM. **Ch. Dhéré** et **A. Burdel** sont parvenus à faire cristalliser l'oxyhémocyanine du sang de langouste défibriné et filtré; les formes obtenues sont des tétraèdres qui se transforment en rhombododécaèdres (système cubique), mais on observe aussi des formes du système rhomboédrique. — M. **H. Parenty** est parvenu à concentrer par la glaciation suivie de centrifugation des extraits végétaux liquides, du vin, du lait et d'autres liquides alimentaires. L'eau se sépare à l'état de neige presque pure. — M. **G. Warcollier** a reconnu que les pommes à cidre ne renferment normalement ni nitrites, ni nitrates. Les nitrites observés dans la pulpe aussitôt après oxydation de celle-ci à l'air se forment instantanément aux dépens d'une substance préexistant dans la pomme. Des jus renfermant des nitrites peuvent, lorsqu'ils sont additionnés d'un peu de sels ferreux, prendre la coloration vert-olive caractéristique du verdissement des cidres.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Bergonié** a déterminé la variation des dépenses énergétiques de l'homme pendant le cycle nycthéméral. La courbe présente un minimum pendant le sommeil; elle s'élève brusquement au lever, redescend vers le milieu de la journée, remonte ensuite et retrouve le premier minimum après le coucher. — MM. **R. Bayeux** et **P. Chevallier** ont constaté que la haute altitude détermine une augmentation de la teneur du sang en CO^2 plus notable que celle de l'O. Le mal des montagnes ne modifie pas notablement la quantité de CO^2, mais s'accompagne d'une forte diminution de l'O du sang veineux. — MM. **Edm. Sergent**, **H. Foley** et **Ch. Vialatte** ont reconnu que la simple piqûre de poux adultes peut donner à l'homme le typhus exanthématique. Des poux pris sur un homme ainsi infecté transmettent à leur tour la maladie au singe par inoculation. L'infection est héréditaire chez le pou. — M. **M. Belin** montre que les injections de substances oxydantes provoquent l'oxydation des toxines *in vivo*, mais elles agissent aussi sur les anticorps. — M. **A. Lucet** communique quelques observations nouvelles sur l'évolution de l'*Hypoderma bovis* et préconise, pour détruire ses larves, l'injection de teinture d'iode officinale pure ou diluée dans les nodosités parasitaires sous-dermiques. — M. **E. Sollaud** a étudié l'ontogénie des *Caridea*. Il suffit d'un léger accroissement dans la masse du vitellus pour modifier l'ordre d'apparition des appendices abdominaux, les uropodes apparaissant après les pléopodes. — M. **Edm. Rosé** montre que la formation de l'anthocyane dans les fleurs de *Cobæa scandens*, corrélative de l'apparition des glucosides, est précédée d'une accumulation des sucres et accompagnée d'une diminution de ces mêmes sucres. La pigmentation paraît donc bien devoir être sous la dépendance des matières hydrocarbonées. — M. **M. Longchambon** a observé divers types de structure dans les dolomies pyrénéennes : structure microcristalline, structure oolithique, structure oolithoïde.

Séance du 6 Avril 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Denjoy** : Exemples de fonctions dérivées. — M. **A. Buhl** : Sur la forme intégrale des équations de Monge-Ampère. — M. **A. Hurwitz** : Sur les points critiques des fonctions inverses des fonctions entières. — M. **Paul Lévy** : Sur les fonctions de Green et de Neumann. — M. **J. Hadamard** : Observations au sujet de la note précédente. — M. **G.-H. Hardy** : Sur les zéros de la fonction $\zeta(s)$ de de Riemann. — M. **M. Moulin** : Sur les courbes terminales des spiraux; influence des termes de second ordre. — M. **B. Fessenkoff** recherche la distribution

de la poussière cosmique dans le plan invariable du système solaire. — MM. **P. Salet** et **Millochau** n'ont pu mettre en évidence, sur les photographies du spectre de la chromosphère, l'existence d'un effet Stark dû à l'influence possible du champ électrique solaire. — MM. **A. Schaumasse, P. Chofardet, J. Guillaume, Esmiol** et **Coggia** présentent leurs observations de la comète Kritzinger (1914 *a*), faites respectivement aux Observatoires de Nice, Besançon, Lyon et Marseille. — M. **P. Bruck** a calculé les éléments de la même comète.

2° Sciences physiques. — MM. **H. Bourget, Ch. Fabry** et **H. Buisson** attribuent la très forte ligne ultra-violette double 3726-3729 de la nébuleuse d'Orion à un nouveau gaz, qu'ils nomment nébulium et dont le poids atomique, calculé d'après la théorie cinétique des gaz, serait voisin de 3. — M. **M. Drecq**, dans le but de déterminer les pouvoirs émissifs dans l'infra-rouge, a construit une pile thermo-électrique Bi-Ag d'une sensibilité supérieure à celle de tous les éléments connus, et un four qui réalise immédiatement le corps noir jusqu'à 1600°. — M. **R. de Forcrand** a préparé K^2O^4 pur en chauffant K^2O^4 à 480° sous une pression de 1 millimètre. Sa chaleur de formation, déduite de sa dissolution dans H^2SO^4 étendu, est de 124, 336 cal. A partir de K^2O, elle est de 37, 536 cal. — MM. **G. Charpy** et **S. Bonnerot** ont reconnu que les produits ferreux métallurgiques peuvent être transformés en azoture de fer par l'action d'AzH^3 au rouge. Mais les petites quantités d'Az qu'on dose dans les fers, fontes et aciers n'y sont pas à l'état d'azoture; elles doivent exister soit à l'état occlus, soit en combinaison avec un élément autre que le fer. — M. **A. Portevin** a étudié la décarburation d'un acier dur et la carburation du fer dans les mélanges fondus de KCl et de KCAz. Les deux phénomènes paraissent tendre vers une limite unique qui serait la concentration en carbone de l'acier qui resterait en équilibre à 900° dans le bain chloro-cyanuré. — MM. **J. Bielecki** et **V. Henri** ont étudié la tautomérie de l'acétone et des dicétones de la série grasse d'après leur pouvoir d'absorption des rayons ultra-violets. — MM. **Em. Bourquelot** et **Al. Ludwig** ont réalisé la synthèse biochimique dans l'acétone de l'*o*-méthoxybenzylglucoside β, F. 127-128°, $\alpha_D = -52°,24$, et du *m*-nitrobenzylglucoside β, F. 157-158°, $\alpha_D = -52°,29$. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe**, en employant l'oxyde manganeux comme catalyseur, ont obtenu la réduction formique des acides de la série grasse en aldéhydes. Les vapeurs de l'acide adipique et de l'acide β-méthyladipique, conduites sur MnO, ont donné la cyclopentanone et la β-méthylcyclopentanone correspondantes, dont les oximes, hydrogénées sur Ni réduit, ont fourni les cyclopentylamines correspondantes.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Massol** montre que le venin de cobra présente, suivant les quantités mises en œuvre, deux actions opposées sur la coagulation du sérum de cheval. A faible dose il retarde la coagulation; à forte dose il l'accélère. Cet effet proviendrait de deux diastases à action contraire. — MM. **L.** et **Ch. Fortineau** ont traité 50 cas de charbon bactéridien par les injections de cultures pyocyaniques stérilisées; tous les malades ont guéri, sauf ceux traités trop tardivement (5 cas). — M. **R. Devisé** a reconnu que le fuseau des microsporocytes du *Larix* a une origine nucléaire. Il naît par voie centrifuge, à partir des chromosomes, aux dépens d'une substance qui, après la diacinèse, se développe au sein de la plage nucléaire. — Mme **V. Henri** a constaté que les rayons ultra-violets déterminent dans la bactéridie charbonneuse un état de mutation très marqué. Après une irradiation ménagée, certains individus se transforment en donnant des formes nouvelles qui restent fixes et qui se distinguent du charbon normal par leurs caractères morphologiques, biochimiques et biologiques. — M. **Adrien Guébhard** réduit la tectonique des environs de Castellane à la simple superposition interférentielle des grands plissements antéburdigaliens à ceux de la fin du Lutétien, sans faire intervenir aucun charriage. — M. **S. Stefanescu** a étudié l'origine des lames cunéiformes des molaires d'éléphants fossiles. Elle résulte du développement d'un seul des deux tubercules dont est formée la lame complète, tandis que l'autre avorte complètement. — M. **H. Bresson** a dressé la carte des installations hydrauliques des huit départements de la région normande.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Mars 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **Vanlair**, associé étranger.

M. **Guisez** montre que la méthode des injections intrabronchiques massives est particulièrement efficace dans les processus aigus, surtout dans la gangrène pulmonaire où elle se montre souveraine; dans les cas chroniques, son action n'est souvent que palliative.

Séance du 7 Avril 1914.

M. **A. Netter** décrit un cas de myélite aiguë diffuse, guérie par les injections intrarachidiennes de sérum de sujets antérieurement atteints de paralysie infantile. Ce sérum est chargé d'anticorps susceptibles de neutraliser les agents virulents qui foisonnent dans les centres nerveux des malades atteints de myélite; mais l'injection doit être faite le plus tôt possible après le début de la maladie. — M. **G.-H. Lemoine** examine les causes du bon état sanitaire général et de l'absence d'épidémies de fièvres éruptives dans le 1er corps d'armée (Nord et Pas-de-Calais). Ce sont : l'immunité acquise par une atteinte antérieure à l'incorporation (les deux départements où ce corps se recrute sont de ceux qui offrent la plus forte mortalité par rougeole et scarlatine parmi les sujets de un à dix-neuf ans), la sélection naturelle qui ne laisse arriver au régiment que ceux qui ont résisté aux causes d'infections multiples dans les nombreuses agglomérations industrielles de la région, et la dispersion des casernements. — M. **Cabanès** recherche les causes de la mort de Raphaël; il paraît avoir succombé à une affection chronique ayant toutes les apparences de la tuberculose, aggravée de paludisme et d'un surmenage de nature diverse.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Mars 1914.

MM. **F. Arloing** et **R. Biot** ont recherché les antigènes et les anticorps dans l'urine des tuberculeux par la méthode de fixation du complément. La réaction de fixation a toujours été positive chez les sujets atteints de tuberculose viscérale. — M. **A. Policard** a recherché la nature histochimique des grains absorbés au niveau de la vésicule biliaire. Les petits grains apicaux renferment des acides gras de la série saturée; les gros grains médians sont constitués par des graisses neutres, ainsi que les grains inter-cellulaires juxta-basaux, ces derniers renfermant, en outre, des acides gras libres. — M. **M. Belin** a reconnu que les oxydants énergiques administrés *in vivo* oxydent les anticorps. — M. **Petzetakis** signale le ralentissement du pouls chez un sujet normal pendant la durée de l'action de l'atropine. — M. **E.-F. Terroine** a reconnu que l'organisme normal maintient remarquablement constante la teneur en eau du sang. Elle varie peu au cours des processus digestifs; pendant l'inanition, elle peut varier dans des limites assez étendues. — MM. **L. Rénon** et **G. Desbouis** ont constaté que la papavérine, en injections intraveineuses chez le chien aux doses de 2 à 4 centigrammes, produit une augmentation du nombre des battements cardiaques en même temps qu'une dimi-

nution de la pression sanguine. — MM. **A. Chauffard, G. Laroche** et **A. Grigaut** ont trouvé d'énormes différences dans la teneur des surrénales en cholestérine totale suivant les différents états pathologiques. Les tuberculeux en ont le moins, les artérioscléreux hypertendus le plus. — M. **P. Girard** a reconnu qu'il existe une relation étroite entre l'état électrique de la paroi du globule sanguin et les échanges d'eau entre celui-ci et son milieu. — M. **J. Virieux** signale un mode curieux de sporulation observé chez un Péridien limnétique, le *Peridinium Westii*; il se produit une espèce de kyste muqueux, faisant éclater les valves de la cellule-mère, qui se divise en 2 ou 4 cellules-filles. Ces masses muqueuses flottent passivement pendant un temps assez long — MM. **H. Cardot** et **H. Laugier** montrent que, dans les mesures d'excitabilité, l'allongement du segment interpolaire produit, en même temps qu'un abaissement considérable de la rhéobase, une élévation appréciable de la chronaxie. — M. **A. Mougeot** a reconnu que l'alternance ventriculaire n'abolit pas le réflexe oculo-cardiaque; elle indique la digitale. L'excitation du X par compression oculaire atténue souvent l'alternance. — MM. **L. Binet, Deffins** et **F. Rathery** montrent que la méthode préconisée par Folin pour le dosage de la créatine et de la créatinine dans l'urine, strictement suivie, donne des résultats précis. La présence d'acétone, de sucre, d'acide β-oxybutyrique peut influer sur le chiffre du dosage, mais les différences notées sont toujours faibles. — M. **E. Guyénot** a cultivé les larves de *Drosophila ampelophila* sur un milieu composé exclusivement d'aliment azoté (peptone à 2 %), de sels minéraux et d'eau. Sur ce milieu, les larves peuvent vivre jusqu'à 25 jours, s'accroître d'une façon très marquée, mais elles n'élaborent pas de réserves et ne se métamorphosent pas. Les mouches meurent rapidement sur ce milieu.

Séance du 4 Avril 1914.

M. **A. Vuillet** décrit un nouveau Chalcidien parasite du *Thrips* des pois, qu'il nomme *Thripoctenus Brui*. — M. **P. Delava** a étudié les modifications circulatoires et respiratoires qui se produisent lors de la compression oculaire. Il a noté : un ralentissement des pulsations, une exagération de l'amplitude et un ralentissement de la fréquence des mouvements respiratoires. — MM. **E.-L. Backman, C.-G. Sundberg** et **C. Jansson** ont constaté que le séjour dans une atmosphère d'oxygène amène une augmentation précoce de la pression osmotique des œufs de *Rana temporaria*. La privation d'oxygène retarde le développement des œufs et provoque la mort des embryons. — M. **E.-L. Backman** a reconnu que l'eau chaude amène un retard du développement, la mort, la cytolyse et l'autolyse des œufs de *Rana temporaria*; l'eau froide détermine aussi un retard très prononcé, mais non la mort. — MM. **Ch. Dhéré** et **A. Burdel** ont obtenu l'oxyhémocyanine d'escargot très pure à l'état cristallisé en octaèdres quadratiques et en dihexaèdres biréfringents. En présence de sulfate de soude, cette substance cristallise en longues aiguilles. — MM. **A.-B. Marfan** et **L. Lagane** ont recherché la peroxydase dans un grand nombre de laits de femme. Sa présence est normale; son absence semble en rapport avec une insuffisance de la nourrice. — M. **G. Billard** a reconnu que l'appareil digestif de l'escargot fournit un ferment hydrolysant qui hydrolyse la cellulose du papier. — M. **A. Guilliermond** montre que les plastes qui apparaissent dans l'axe hypocotylé et les cotylédons au début de la germination sont des formations distinctes des plastes qui élaborent l'amidon avant la maturation; ils résultent d'une nouvelle différenciation des mitochondries qui se produit à ce moment. — MM. **J.-E. Abelous** et **C. Soula** ont observé un accroissement de la quantité des lipoïdes et du rapport P protéique : Az protéique fixe dans le cerveau des lapins anaphylactisés. — M. **N. Fiessinger** et Mlle **Roudowska** ont trouvé dans les polynucléaires en solution isotonique une protéase qui agit par une véritable autolyse sur leurs propres albumines en donnant des corps dialysants. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont reconnu que l'action des oxydones stables est indépendante de la structure physique des cellules. On ne peut encore en dire autant des oxydones labiles et de la respiration principale. — MM. **A. Distaso** et **D. Nabarro** estiment que les bacilles dysentériques sont les agents des colites; ces dernières ne sont autre chose que des processus dysentériques qui revêtent tantôt des formes légères (troubles intestinaux), tantôt des formes graves (vraies dysenteries). — MM. **J. Gautrelet** et **P. Briault** signalent l'action hypotensive du sérum d'un chien ayant reçu une injection de peptone trente jours auparavant. — M. **L. Hallion** a observé que l'extrait du lobe postérieur d'hypophyse possède une action hypotensive sur la circulation pulmonaire. — M. **R. Bernier** signale la présence sinon constante, du moins fréquente, dans l'urine normale, de sucre de canne libre ou combiné. — MM. **M. Weinberg** et **P. Séguin** montrent que les arguments développés par quelques auteurs pour établir un rapport entre la crise anaphylactique et l'éosinophilie dont elle est quelquefois suivie ne sont nullement démonstratifs. — MM. **L. Le Sourd** et **Ph. Pagniez** ont constaté que certains extraits de plaquettes ont *in vitro* une action vasoconstrictive sur la carotide.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 16 Mars 1914.

M. **R. Collin**, dans deux cas d'irritation de l'écorce cérébrale, n'a pas trouvé de granulations lipoïdes extraneuronales ailleurs que dans l'épaisseur des trabécules névrogliques. Les granulations lipoïdes de la substance grise des centres ne seraient donc autre chose que le chondriome névroglique lui-même. — M. **C. Fairise** a étudié six tumeurs du foie de bœuf, dont un périthéliome et cinq adéno-épithéliomes. — MM. **A. Hamant** et **R. Thiébaut** proposent la division des hernies diaphragmatiques congénitales en hernies sans sac et hernies avec sac. Cette classification, en même temps qu'elle situe dans le temps l'apparition des hernies, en explique le mécanisme et les caractéristiques. — M. **P. Matthieu** a reconnu que la cocaïne appliquée à la surface extérieure du myocarde différencie des excitations qui, dans les conditions habituelles, paraissent de même ordre qualitativement, sinon quantitativement. La cocaïne a, à ce point de vue, une action locale et limitée à la périphérie. — M. **L. Mercier** a découvert un curieux micro-organisme vivant dans le rectum d'*Oniscus asellus*; il semble appartenir aux *Amoebium*, mais ceux-ci doivent être considérés comme des Protophytes et non comme des Sporozoaires. — M. **A. Orticoni** expose ses recherches sur le pronostic cytologique et bactériologique de la méningite cérébro-spinale. — M. **A. Sartory** a trouvé sur des oranges provenant des Baléares une nouvelle espèce de *Citromyces*, qu'il nomme *C. Bruntzii*. Il sécrète un pigment rose particulier, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE LILLE

Séance du 4 Avril 1914.

MM. **E. Lambling** et **F. Dubois** ont reconnu que l'ingestion d'un repas même exempt de purines fait monter nettement l'excrétion des purines urinaires. — MM. **E. Wertheimer** et **G. Battez** communiquent de nouvelles expériences sur la glycosurie consécutive à l'ablation des capsules surrénales et à la piqûre du quatrième ventricule chez le chat et le chien. — MM. **G. Gérard** et **D. Cordonnier** signalent un nouveau cas de triplicité de l'artère hépatique. — M. **L. Boulet** a constaté que le carbonate de soude possède la propriété d'entretenir les mouvements de la pointe du cœur excisée.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Mars 1914.

MM. Eugène Darmois et Maurice Leblanc fils : *Sur l'arc au mercure à courant alternatif.* Les lampes à mercure actuelles (en verre ou en quartz) sont à courant continu ; mises sur un circuit alternatif, elles ne s'allument pas ; on observe seulement une étincelle à la rupture du court-circuit d'allumage. Ce fait tient vraisemblablement aux propriétés bien connues de la cathode d'un arc, qui doit, pour que l'arc subsiste, émettre constamment des électrons négatifs. Chaque électrode de l'arc devant être alternativement anode et cathode, l'arc ne peut subsister que si l'électrode qui doit devenir cathode est en état d'émettre ces électrons. Ces considérations expliquent le fonctionnement de la soupape à mercure ; les auteurs montrent une telle soupape donnant un courant de 3,5 ampères sous une tension de 1.000 volts continus ; entre les anodes de l'ampoule existe une tension alternative de 2.200 volts efficaces sans qu'un arc direct éclate entre elles. Les mêmes considérations montrent l'importance, pour l'allumage d'un arc à courant alternatif, de la conductibilité calorifique des électrodes et de l'inductance du circuit. Il est effectivement possible d'allumer et de maintenir un arc alternatif entre deux électrodes de mercure. La lampe est celle décrite pour courant continu dans une communication précédente (lampe sans espace vide intérieur) ; elle est mise en série avec une self convenable dans un circuit alternatif où la force électro-motrice est supérieure à 600 volts ; l'allumage de l'arc se produit par rupture du filet de mercure exactement comme sur courant continu. Les auteurs projettent les courbes de tension aux bornes de l'arc, tension aux bornes de la self, etc. ; ils montrent qu'à chaque alternance, l'arc s'éteint pendant un temps appréciable (1/1.000 de seconde environ) ; le rallumage se traduit par une *pointe* très accusée dans la courbe de tension. Les conditions qui permettent d'atténuer cette pointe, gênante pour le fonctionnement de l'arc, sont les suivantes : augmentation du courant, réduction de la surface libre des électrodes, augmentation de la longueur de l'arc, augmentation de la pression de vapeur. A pression élevée, les pointes disparaissent ; le facteur de puissance de la lampe devient normal (0,75 à 0,80) et le rendement lumineux excellent (5 bougies par watt), il est même possible alors de faire fonctionner l'arc avec une résistance en série. Les auteurs ont également réussi à allumer un arc entre deux électrodes séparées par un espace vide ; il suffit d'appliquer aux bornes de l'arc une tension supérieure à une valeur donnée et de chauffer les électrodes. A une température donnée, l'arc s'allume. Le rallumage après extinction totale se produit spontanément quand la pression est redevenue suffisamment basse. Enfin MM. Darmois et Leblanc montrent qu'on peut réaliser *successivement dans la même ampoule* le fonctionnement en soupape (basse pression à l'allumage) et en arc alternatif (pression plus grande au bout de quelques minutes de fonctionnement). Il suffit de diminuer la surface de refroidissement de telle façon que la pression de vapeur puisse prendre la valeur nécessaire pour l'établissement d'un arc direct entre anodes. — **M. H. Devaux** : *Sur l'apparition et la disparition des globules dans une mince couche d'huile étendue d'eau.* 1. *Apparition et disparition d'une buée.* Quand on rétrécit une lame d'huile prise en extension maxima, cette lame se couvre bientôt d'une buée qui rend sa surface plus ou moins terne. Ce phénomène a été reconnu par M. Devaux en 1912 [1]. Il correspond à la production, aux dépens de la lame, d'une infinité de globules d'huile extrêmement petits (1μ ou 2μ). Il y a là un fait d'un grand intérêt, puisque c'est un phénomène exactement inverse de celui de l'extension de l'huile en une lame sur l'eau. C'est un phénomène de *rassemblement* de cette huile en masses distinctes aux dépens d'une lame unimoléculaire. M. Devaux établit, par des observations nouvelles, qu'il existe une relation intime entre le rassemblement et l'extension : les deux phénomènes n'en font qu'un seul, de sens positif ou négatif, en rapport avec l'équilibration nécessaire des attractions de sens contraire que subissent les molécules d'huile. M. Devaux examine (sur une cuvette très profonde entourée de papier noir) la formation de la buée par rétrécissement d'une lame d'huile (olive, trioléine) au maximum d'extension. En opérant au soleil, on voit apparaître la buée bien avant que le rétrécissement ait diminué de moitié la surface. Elle présente parfois un aspect réticulé à mailles plus ou moins fines ; d'autres fois, l'aspect est chagriné ou simplement terne et uniforme. Dans ce cas, la lame est plus difficile à distinguer, mais on y arrive encore en y provoquant de très petites taches d'acide oléique ou de matière sébacée. A mesure qu'on resserre davantage, la buée devient plus visible, à la fois parce que ses grains sont plus serrés et parce que certains deviennent plus gros : à la fin, on peut en obtenir de visibles à l'œil nu pour un très fort rétrécissement prolongé assez longtemps. Il y a donc accroissement des globules primitivement très petits, probablement surtout par confluence. Mais si, au lieu de rétrécir la lame, on l'élargit après avoir aperçu nettement la buée, sa visibilité se maintient, mais diminue jusqu'à une extension limite où l'on n'en aperçoit plus trace. Que l'on comprime alors de nouveau, on la voit reparaître par un rétrécissement faible ; puis elle disparaît encore par un nouvel écartement. A la fin, il suffit de déplacer la barrière de quelques millimètres seulement, en avant ou en arrière, pour faire apparaître ou disparaître la buée huileuse. C'est le signe que les forces qui provoquent son rassemblement en globules ont vraiment une limite unique, représentée par la tension superficielle spéciale qui règne alors à la surface de l'eau huilée. M. Devaux se propose de montrer plus tard, par d'autres expériences, moins délicates, que non seulement cette limite existe pour les huiles, mais que *chaque espèce d'huile, et même chaque espèce de substance pouvant s'étendre sur l'eau, possède sa limite propre caractérisée par une tension superficielle spéciale, fixe, différant d'une substance à l'autre*, de sorte qu'une mesure de cette tension de la lame à cette limite mesure la force de rassemblement propre des molécules, c'est-à-dire de leur réunion en masses homogènes. Par ce procédé de l'apparition et de la disparition de la buée, M. Devaux a pris de nouvelles mesures du maximum d'épaisseur d'une lame d'huile sans globules. L'épaisseur pondérale s'est montrée constamment très inférieure à deux fois l'épaisseur moléculaire : elle a en général 1,2 à 1,5 fois l'épaisseur de la lame en extension maxima. Il est donc confirmé qu'à aucun moment il ne s'établit deux couches moléculaires, et il faut admettre que les variations d'épaisseur pondérales sont dues simplement au rapprochement, plus ou moins grand, des molécules d'une assise constamment simple, comme le pense M. Brillouin. 2. *Examen au microscope.* Au moyen d'un dispositif convenable, M. Devaux a réussi à examiner des lames d'huile au microscope, à des grossissements variant de 100 à 225 diamètres. On ne peut guère aller au delà à cause de la distance focale indispensable. Si la lame d'huile a subi un fort rétrécissement, réduisant sa surface à 1/3 par exemple de sa valeur, de manière à la couvrir d'une buée abondante, cette buée se montre sous la forme de gouttelettes bien visibles, quoique très fines (1μ et au-dessous). Ces gouttelettes sont souvent disposées en bandes, ou étroites traînées transversales, séparées par de larges espaces libres. Dans chaque bande, on voit en section plusieurs gouttelettes au même niveau. Ces bandes sont souvent

[1] H. Devaux : Recherches sur les lames d'huile étendues sur l'eau. *Rev. gén. des Sc.*, 28 février 1913.

longues, elles peuvent atteindre 1 millimètre et plus. Si le rétrécissement a été considérable et prolongé, les fines gouttelettes ont fusionné en gouttes plus grosses atteignant 10μ et beaucoup plus encore, disposées en plages irrégulières et parfois en longs chapelets continus ou non; à la fin, elles sont visibles à l'œil nu, comme on l'a vu ci-dessus. Si le rétrécissement a été faible au contraire, par exemple si la surface a été réduite aux 2/3, la buée peut être irrégulièrement répartie et former des nappes locales, ou bien exister partout en un picotis uniforme où les grains sont moins serrés. A la phase d'apparition, les globules sont d'une petitesse excessive, mais on les voit pourtant avec certitude par places. La visibilité semble du reste augmenter : imprécise d'abord, elle devient plus nette au bout de quelques minutes, ce qui doit correspondre à l'accroissement des grains. La grosseur de ces grains est-elle uniforme? C'est peu probable, sauf sans doute au début. Quant à la distance entre ces grains, elle est variable. Dans un voile uniforme d'oléine réduit aux 3/7 de sa surface maxima, l'auteur a compté 25 grains par carré de 100μ de côté, ce qui donne 20μ comme distance moyenne. Tel serait à peu près le diamètre *du territoire de globulition*. Mais l'étendue de ce territoire dépend probablement beaucoup de la vitesse du rétrécissement. Si l'on élargit la lame portant la buée, les grains disparaissent sans que le microscope ait pu jusqu'à présent montrer nettement ce qui se passe. Il semble y avoir extension, et comme fusion progressive dans la lame? Au contraire, si l'on a affaire à des globules de quelques μ de diamètre, ils se disloquent violemment en une gerbe de globules fins. C'est le phénomène bien connu de l'évolution d'une goutte d'huile sur l'eau, avec résolution finale en globules, mais se passant ici en une portion de seconde. Du reste, on sait que l'extension existe aussi même dans ce cas, car elle est le phénomène essentiel, la dislocation n'étant qu'un phénomène secondaire qui ne se produit qu'en cas d'extension trop rapide. A la fin de sa communication, M. Devaux signale un travail de M. Marcelin sur les lames d'huile[1]. Dans ce travail, l'auteur croit tirer de ses expériences que l'épaisseur d'une lame d'huile *avec globules* est *double* de celle d'une lame en extension maxima, et de plus que cette épaisseur est alors constante et indépendante de la grosseur des globules. M. Devaux ne peut admettre que ces conclusions soient fondées; il maintient formellement les siennes appuyées sur des faits positifs (disparition des derniers globules par élargissement, pulsation, buée, etc.), que M. Marcelin n'a nullement discutés. Du reste, les recherches nouvelles de M. Devaux viennent confirmer encore les anciennes, en particulier la visibilité de globules persistants (microscopiques ou visibles à l'œil nu) sur des lames ayant certainement beaucoup moins que deux épaisseurs moléculaires. Ces recherches montrent que les lames obtenues par rétrécissement, et que M. Marcelin croit sans globules, devaient inévitablement en posséder de très fins. — M. René Marcelin décrit les expériences de M. **André Marcelin**, auxquelles M. Devaux fait allusion. M. André Marcelin recouvre la surface de l'eau contenue dans une cuvette photographique d'une mince couche d'huile avec globules, mais localise les globules dans une région de la surface. Dans ce but, il couvre d'abord la surface d'une couche monomoléculaire d'huile, puis d'un léger voile de talc; ceci étant, il dépose une goutte d'huile au voisinage d'un des bords de la cuvette; la goutte s'étend en formant des globules sur une partie A de la surface d'où le talc disparaît, chassé vers l'autre partie B. *Quand l'équilibre est établi*, la surface entière est recouverte d'une couche d'huile en équilibre avec globules, mais ceux-ci n'occupent qu'une partie A de la surface, *l'autre partie* B *est libre de tout globule*. Il cherche alors, *pour cette région* B, dans quel rapport r il faut étendre une portion s de la surface pelliculaire pour l'étendre au maximum (couche monomoléculaire). Il trouve, et ce résultat est absolument constant, que : *quelles que soient l'épaisseur et l'étendue des globules, il faut doubler la surface s* (oléine $r = 1,98$, acide oléique $r = 2,03$, huile de ricin $r = 1,9$, huile d'olives $r = 2,17$, huile de pied de bœuf $r = 1,98$). M. André Marcelin a montré en outre que : si la quantité d'huile présente sur la surface est insuffisante pour la couvrir d'une double couche de molécules, mais trop grande cependant pour ne la couvrir que d'une couche monomoléculaire, la surface se recouvre d'une *couche uniforme* dont l'*épaisseur moyenne* est comprise entre 1 et 2 diamètres moléculaires. Bref : *Quand on dépose de petites quantités d'huile sur une couche monomoléculaire, l'épaisseur moyenne de la couche croît uniformément sur toute la surface, mais ne dépasse pas le double du diamètre des molécules. Au delà de cette limite, toute nouvelle addition forme des globules, et l'épaisseur de la couche reste fixe.*

[1] A. Marcelin : Épaisseur des couches très minces à la surface de l'eau (huiles, résines et camphre). *Ann. de Phys.*, t. I, p. 19, janvier 1914.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 Février 1914.

Sciences naturelles. — MM. **J. Barcroft, M. Camis, C.-G. Mathison, F. Roberts** et **J.-H. Ryffel** : *Rapport de l'Expédition du Mont Rose en 1911.* I : Les auteurs ont déterminé des courbes représentant l'équilibre entre l'oxygène et l'hémoglobine chez des individus au repos au Col d'Olen et à la Cabanne Marguerite. Ces courbes peuvent être exprimées par l'équation $y/100 = K_x^n / (1 + K_x^n)$, où y est la saturation °/₀ de l'hémoglobine par l'oxygène, x la pression de l'oxygène, K la constante d'équilibre de la réaction et n le nombre moyen de molécules d'hémoglobine supposées dans un agrégat. Malgré une chute dans la pression de CO^2 du sang, on n'a noté aucun changement de K. — II : Le sang a été examiné de la même façon après un exercice, consistant généralement en une ascension de 1.000 pieds. Il se produit invariablement une diminution de K, supérieure aux hautes altitudes pour un même exercice, et attribuable à la production d'acide lactique. — MM. **L. Hill, J. Mc Queen** et **M. Flack** : *La conduction de l'onde pulsatoire et la mesure de la pression artérielle.* Les auteurs ont reconnu que le brassard ou le petit sac de L. Hill, appliqué à l'artère radiale, donne, dans les conditions ordinaires, des lectures exactes de la pression systolique, l'oblitération du pouls étant prise comme indice. Cela est dû à ce que l'artère est entourée de tissus pulsatoires et ne peut être déformée jusqu'à ce que la pression systolique soit dépassée dans ces tissus. Dans l'artère dorsale du pied, la temporale ou la radiale aberrante, qui reposent sur un os et un tendon, le pouls est oblitéré par une pression du petit sac bien inférieure à la pression systolique. Cela vient de ce que la lumière de la paroi artérielle labile est déformée plus aisément dans ces conditions de la forme circulaire à la forme elliptique, ce qui augmente la résistance au passage de l'onde pulsatoire. L'amplitude de l'onde pulsatoire dépend donc à un haut degré de la dimension de la lumière artérielle. — M. **A.-H. Church** : *Le mécanisme floral* du Welwitschia mirabilis *Hooker*. L'auteur montre que les caractères structuraux primaires des fleurs de *Welwitschia* sont attribuables à un état anthostrobiloïde, comparable à celui des *Cycadeoidea*; c'est un exemple de convergence hétérophylétique vers une construction florale simple à l'état gymnospermique. — MM. **C. H. Martin** et **K. Lewin** : *Quelques notes sur les Protozoaires du sol.* I. Les auteurs ont établi l'existence d'une faune trophique de Protozoaires dans certains sols de champs. Le succès remarquable du traitement des sols malades de la vallée de la Lee par la stérilisation

partielle semble montrer que ces Protozoaires exercent une influence importante sur la culture des plantes dans ces sols.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 5 Mars 1914.

MM. **H.-V.-A. Briscoe** et **H.-F.-V. Little** ont redéterminé le poids atomique du vanadium au moyen des rapports $VOCl^3$: 3 Ag et $VOCl^3$: 3 AgCl. La moyenne des résultats est de 50,952. — MM. **O.-L. Brady** et **P.-C. Dunn** ont étudié les hydroxybenzaldoximes, mais n'ont pas pu déceler d'isomères. Dans le dérivé monoacétylé de la *p*-hydroxybenzaldoxime, c'est l'OH phénolique qui est acétylé; ce dérivé possède la configuration *anti*, et on a pu préparer son isomère *syn*. — MM. **F.-B. Power** et **A.-H. Salway** ont constaté que l'amertume des feuilles et des tiges de *Daviesia latifolia* est due au dérivé benzoylé cristallin $C^{25}H^{28}O^{12}.H^2O$, F. 147°-148°, d'un nouveau disaccharide, le glucoxylose, hydrolysable en une molécule de dextrose et une xylose. — MM. **J.-J. Dobbie** et **J.-J. Fox** ont déterminé la composition d'un certain nombre de sceaux du Moyen Age; ils sont formés de cire d'abeille seule ou mêlée avec de la résine en proportion variable. Les sceaux rouges sont colorés au vermillon, les verts au vert-de-gris, les bruns et noirs avec du vert-de-gris et de la matière organique. — M. **R.-M. Beesley** a étudié la vitesse de nitrification, par des organismes et dans des conditions identiques, des substances suivantes: carbamide, thiocarbamide, acide urique, asparagine, glycine, acétamide, sulfate de méthylamine, sulfate d'aniline, oxalate d'ammonium, sulfate d'ammonium. Ces diverses substances sont nitrifiées à peu près avec la même vitesse, excepté le thiocarbamide et le sulfate d'aniline, qui ne le sont pas du tout. — MM. **J.-W. Mc Bain** et **H.-E. Martin** ont déterminé le degré d'hydrolyse et l'alcalinité des solutions de savons. En solutions concentrées, l'hydrolyse ne s'élève qu'à une fraction de centième, et même en solution 0,01 N le palmitate de Na ou de K n'est hydrolysé que jusqu'à 6,6 °/₀. La haute conductibilité des solutions de savons n'est donc pas due à l'alcali libre, mais plutôt à des agrégats ou micelles fortement chargés. — M. **J.-C. Irvine** et Mlle **B.-M. Paterson** ont reconnu que dans la mannitoltriacétone les résidus cétoniques sont liés symétriquement aux atomes de carbone α; les stabilités des trois résidus sont inégales: le résidu le moins stable est lié à un groupe alcoolique primaire; le résidu le plus stable est lié à l'autre groupe alcoolique primaire. — Les mêmes auteurs signalent un exemple d'empêchement stérique dans la formation des éthers du mannitol. — M. **Ch.-K. Tinkler** a déterminé les forces relatives de AzH^4OH et des hydroxydes d'ammonium substitués en mesurant spectroscopiquement la quantité de la forme ammonium d'une pseudo-base transformée en carbinol correspondant par l'action de la base soluble. L'auteur trouve que les bases employées augmentent de force dans l'ordre suivant : AzH^4OH, hydrate de triméthylammonium, hydrate de méthylammonium, hydrate de diméthylammonium, hydrate de tétraméthylammonium. — MM. **E.-H. Rennie** et **A.-E. Dawkins** ont constaté que le temps nécessaire pour produire une coloration type avec l'acide nitrique et la brucine est très réduit par l'addition de nitrates métalliques à l'acide. — MM. **H. Stephen** et **Ch. Weizmann** ont préparé quelques composés dérivés de la 3:4-diméthoxyacétophénone et de la 4:5-diméthoxy-*o*-tolylméthylcétone, et aussi quelques nouvelles phénylglyoxalines. — M. **E.-A. Letts** et Mlle **Fl.-W. Rea** décrivent une méthode colorimétrique très délicate pour la détermination de petites quantités de nitrates (jusqu'à 0,00005 milligramme d'Az nitrique), par la teinte bleue qu'ils donnent avec la diphénylbenzidine dans des creusets de porcelaine. — MM. **Al. Findlay, I. Morgan** et **I.-P. Morris** ont déterminé les courbes isothermes des systèmes $KAzO^3$-$Ba(AzO^3)^2$-H^2O à 9°,1, 21°,1 et 35° et $KAzO^3$-$Sr(AzO^3)^2$-H^2O à 20° et 40°. Il se forme un nitrate double de K et de Ba, mais non de K et de Sr. — MM. **G.-T. Morgan** et **J. Reilly**, en diazotant le diaminomésitylène, ont obtenu soit le chlorure d'aminomésitylène-diazonium, soit le sulfate de mésitylène-bis-diazonium qui se copulent tous deux avec le β-naphtol. — MM. **W.-J. Pope** et **J. Read** ont constaté que le d-α-bromocampho-β-sulfonate d'ammonium existe sous deux formes stéréoisomères qui ont les pouvoirs rotatoires moléculaires +371° et +176°. — Les mêmes auteurs ont préparé l'acide chloroiodométhanesulfonique extérieurement compensé $CHClISO^3H$ et l'ont résolu en ses constituants optiquement actifs par cristallisation avec les hydroxyhydrindamines, la brucine et la strychnine. Le sel d'Am de l'acide droit a un pouvoir rotatoire moléculaire de +43°7 en solution aqueuse. — M. **A. Parker** a déterminé la limite inférieure d'inflammation du méthane avec l'oxygène (5,99 °/₀) et avec l'air (5,77 °/₀). La valeur plus élevée trouvée pour l'oxygène résulte probablement de ce que la chaleur spécifique de l'oxygène est plus grande que celle de l'azote à la température d'ignition du méthane.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION CANADIENNE

Séance du 19 Février 1914.

M. **H.-G. Girvin** a étudié l'effet de l'emploi d'air desséché dans les hauts-fourneaux d'Hamilton, de la Steel C°, au Canada. Il s'est produit une amélioration générale du rendement; de coulée en coulée, la composition chimique du métal produit est plus uniforme, et enfin la consommation de combustible par tonne de métal produit a été moindre.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 25 Novembre 1913.

MM. **J. Macleod** et **J.-A.-R. Henderson** donnent les résultats obtenus à l'usine à gaz de Greenock par l'introduction d'un laveur Livesey pour l'élimination du naphtalène du gaz d'éclairage. Deux huiles ont été expérimentées dans ce laveur : une huile de schiste (naphte 750) et un produit de distillation du goudron (solvant spécial pour naphtalène); le dernier s'est montré supérieur à l'autre.

SECTION DE LONDRES

Séance du 2 Février 1914.

M. **W.-R. Schoeller** confirme la présence d'oxygène dans l'antimoine brut de Chine; les 4/5 au moins de cet oxygène sont présents à l'état de trioxyde. D'autre part, l'antimoine brut contient aussi une quantité importante de Sb métallique. — M. **T.-K. Rose** recommande la détermination du zinc dans les monnaies de bronze par chauffage dans un creuset de carbone; le zinc volatilisé est recueilli et pesé. Les causes d'erreur de ce procédé sont : la présence d'autres constituants volatils, tels que Cd; la présence d'oxygène dans l'alliage; la rétention du Zn dans le métal (0,03 °/₀ au maximum); la volatilisation d'un peu de Cu et de Sn (0,2 °/₀ en moyenne). — M. **P. Singh** a constaté que l'acide tannique donne avec l'hydrate de Ni deux sels : le sel normal $(C^{14}H^5O^9)^2Ni + 2H^2O$ et un autre qui est probablement $(C^{14}H^7O^9)^2Ni^3$.

Séance du 2 Mars 1914.

MM. **A. Baker** et **J. Jennison** communiquent leurs recherches sur le blanchiment des pulpes chimiques.

Le lavage préalable à l'eau, à l'acide ou à l'alcali dilué n'est pas nécessaire dans le cas des pulpes faciles à blanchir. La concentration de la pulpe est le facteur le plus important. Dans le blanchiment à l'aide de la chaleur, il ne faut pas dépasser la température de 50°, et 40° sont même suffisants. — MM. **J.-N. Rakshit** et **S.-N. Sinha** présentent une table des poids spécifiques des alcools correspondant aux indications des hydromètres en verre pour l'emploi avec les tables de Sikes corrigées par Bedford.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 6 Février 1914.

M. **N.-W. Barritt** montre que les propriétés physiques du coagulum du latex d'*Hevea* dépendent de la concentration de l'acide et des sels dans le sérum au moment de la coagulation ; c'est probablement la cause de la différence de qualité entre le caoutchouc produit par diverses méthodes, notamment le Para dur fin et le caoutchouc de plantation. — M. **T.-R. Wollaston** présente une étude sur le prix de revient de la force et de la chaleur dans les usines chimiques.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 12 Novembre 1913.

M. **J.-E. Stead** a étudié *les alliages de fer, de phosphore et de carbone.* Les alliages les plus importants de Fe et P sont l'eutectique binaire contenant 4,18 °/₀ de phosphure de fer en solution solide dans le fer et 61,4 °/₀ de phosphure de fer libre, et les solutions solides de fer et de phosphure de fer saturées contenant 89,2 °/₀ du premier et 10,8 °/₀ du second. Ces solutions solides augmentent de dureté avec la quantité de phosphure de fer dissous. Chaque 0,01 °/₀ de P ajouté au fer pur augmente la dureté de 1,3 degré Brinell. L'eutectique de Fe et C contient environ 50 °/₀ de carbure de fer libre et 50 °/₀ de fer saturé de carbure de fer à 1130° C. Par refroidissement, une partie du carbure cristallise de la solution solide et à 700° C. l'eutectique contient 59 °/₀ de carbure de fer libre et 41 °/₀ de fer saturé de carbure. En soumettant du fer phosphoré à une grande pression quand il est presque à l'état solide, on exprime un eutectique ternaire Fe-C-P presque pur, qui renferme 91,19 °/₀ Fe, 1,92 °/₀ C et 6,89 °/₀ P. Il se solidifie à environ 945° (point d'arrêt de Carpenter). L'eutectique ternaire dans le fer très gris se décompose par refroidissement en eutectique binaire et perlite ou fer.

Séance du 21 Janvier 1914.

M. **C. Budde** présente un appareil d'extraction spécialement construit pour les solvants de poids spécifique élevé.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 21 Novembre 1913.

M. **W. M. Grosvenor** décrit une explosion de poussières particulières survenue dans un dessiccateur d'amidon cylindrique en réparation.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 19 Novembre 1913.

M. **S. Radcliff** décrit les méthodes employées aux usines de Woolwich près Sydney pour l'extraction du radium des minerais de carnotite d'Olary (Australie du Sud). — MM. **F.-A. Coombs** et **A.-H. Dettmann** ont étudié les écorces de pins australiens au point de vue de leur emploi en tannerie. Celle de *Callitris calcarata* contient 20,80 °/₀ de tannin, celle de *C. glauca* 12,33 °/₀. Ces tannins sont très rouges. — MM. **Ch.-E. Fawsitt** et **Ch.-W.-R. Powell** ont étudié l'action de l'acide sulfurique concentré sur le fer (acier et fonte) ; à la température ordinaire, il se forme du sulfate ferreux et H, avec une petite quantité de SO^2. A 180° C., il se forme SO^2 et quelquefois un peu de H^2S, mais plus de H. La vitesse de la réaction augmente d'environ 3 fois pour chaque 10° d'élévation de la température. La vitesse de la réaction dépend de la concentration de l'acide, de la composition du fer et de la nature de sa surface. — M. **Ch.-W.-R. Powell** a employé un appareil semblable au tube d'Ostwald pour la détermination de la viscosité des liquides très visqueux. Des observations consécutives de la durée d'écoulement des masses cuites et des mélasses pour le même remplissage du tube donnent des résultats concordants. Les coefficients de température pour les durées d'écoulement restent très constants pour chaque classe de liquides. La glycérine est un bon étalon pour la comparaison des viscosités des liquides ci-dessus.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 11 Décembre 1913.

M. **W. Nernst** : *Au sujet de la thermodynamique des systèmes condensés.* L'auteur résume, sous une forme simple et claire, les applications jusqu'ici faites de son théorème de Thermodynamique ; il les étend à certains cas nouveaux et les amplifie sur la base de nos connaissances actuelles des chaleurs spécifiques, en se limitant toutefois aux systèmes condensés (substances solides ou liquides). Après avoir discuté les équations générales indiquées par Helmholtz, M. Nernst les transforme pour le cas d'une pression extérieure constante. Il expose ensuite les compléments à ajouter à ces équations, en recourant à son théorème thermodynamique. Le traitement de l'équation d'état, des processus chimiques et électrodynamiques, de l'aimantation, de la tension superficielle et des phénomènes thermoélectriques découle simplement de ces mêmes formules. L'influence des chaleurs spécifiques est particulièrement importante ; les formules deviennent simples et claires, grâce à l'hypothèse suivant laquelle les chaleurs spécifiques aux basses températures seraient proportionnelles aux cubes des températures absolues, indépendamment de la pression sous laquelle se trouvent les substances, de leur état aimanté ou non, etc.

Séance du 22 Janvier 1914.

M. **A. Penck** : *Sur les problèmes antarctiques.* Les grandes expéditions du commencement de ce siècle ont mis en évidence une grande diversité dans la structure géologique de l'Antarctique occidentale et orientale. La détermination des limites de ces deux parties constitue une tâche importante pour les expéditions actuellement projetées. D'autres problèmes sont relatifs au contour de l'Antarctique, qu'on ne connaît que sur les 5/8 du continent. C'est surtout le champ d'études assigné à la première Expédition antarctique allemande — à l'ouest de la Terre de Wilkes — et le territoire à l'est de la Terre du Roi Edouard VII, qui ont un besoin urgent de recherches ultérieures. — M. **W. Wien** : *Sur un effet, exigé par la théorie électromagnétique, du champ magnétique sur les lignes spectrales émises par les rayons-canaux de l'hydrogène.* La théorie électromagnétique exige que toutes les charges se déplaçant dans un champ magnétique subissent une force égale au produit de la force magnétique par la vitesse. Les récentes expériences de M. Stark ayant fait voir que certaines lignes spectrales sont dédoublées par la force électrique, il faut, si la théorie électromagnétique s'applique aussi aux émissions lumineuses, qu'un effet analogue se produise dans le champ magnétique, lorsque les sources de lumière se déplacent à une très grande vitesse. Ces sources de lumière animées d'un mouvement rapide, l'auteur les réalise par les rayons-canaux engendrés par une machine à influence à 20 disques ; la vitesse est déterminée à l'aide du déplacement Doppler. L'auteur réussit, non seulement à mettre en évidence l'existence de l'effet exigé par la théorie, mais à

démontrer que son ordre de grandeur est celui auquel il faut s'attendre. Il est vrai que le champ magnétique dont il dispose est trop faible et la dispersion du spectrographe trop petite pour faire des déterminations exactes. Aussi ces expériences seront-elles reprises aussitôt qu'un appareillage plus précis sera disponible.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Janvier 1914.

M. Th. J. Meyer : *La réflexion des rayons calorifiques à grandes longueurs d'onde sur les surfaces rugueuses et les réseaux.* L'auteur s'est posé la tâche de rechercher les limites de réflexion régulière et diffuse respectivement pour plusieurs longueurs d'onde, en faisant d'abord, avec des plaques usées à l'émeri, des expériences relatives au spectre infra-rouge à longueurs d'onde relativement petites, où l'emploi du spectromètre est possible. Chez les plaques de nickel, rendues rugueuses par voie artificielle, la réflexion diffuse ne se manifeste qu'indirectement, en imprimant aux courbes relatives à ces plaques une courbure convexe au lieu d'une allure rectiligne. Pour les expériences relatives aux grandes longueurs d'onde, l'auteur se sert de plaques en nickel, traitées par une soufflerie à jet de sable de différentes grosseurs; les rayons sont isolés d'après la méthode des rayons résiduels. Les plaques presque parfaitement rugueuses aux grains de 8,85 μ, et sous une incidence de 5°, perdent cette propriété à mesure que croissent les longueurs d'onde et les angles d'incidence, à tel point que pour 110 μ, leur réflexion devient presque rigoureusement géométrique. L'influence de l'incidence s'affaiblit, du reste, à mesure qu'augmente la longueur d'onde; chez les rayons résiduels du sel gemme, elle est déjà presque inappréciable, bien que le pouvoir de réflexion soit loin d'y avoir atteint sa valeur maxima. Les grains de sable employés pour produire la rugosité sont respectivement d'environ 25 μ, 250 μ, 375 μ. Chez les plaques à rainures, l'auteur observe également un accroissement du pouvoir de réflexion, à mesure qu'augmente la longueur d'onde. A longueur d'onde constante, le pouvoir réflecteur de plaques à rainures en nombre égal, mais de profondeurs de plus en plus grandes, reste constant ou décroît. Le pouvoir réflecteur reste invariable si le rapport de la longueur d'onde aux dimensions géométriques des profils de réseaux reste constant. La matière du réseau ne présente donc plus de qualités sélectives appréciables, dans l'intervalle d'ondes en question. Les réseaux à fils métalliques assurent une régularité de structure bien plus considérable que les plaques à rainures. L'auteur s'en sert pour des expériences relatives aux rayons à grandes longueurs d'onde du bec Auer, isolés au moyen de lentilles en quartz; il observe qu'en l'absence de perturbations dues aux images de diffraction, ces réseaux à fils métalliques réfléchissent géométriquement une partie du rayonnement et donnent passage au reste, sans aucune absorption ou réflexion diffuse, comme les réseaux de Hertz. — **M. H. Witte** : *L'effet Sagnac est-il une preuve concluante de la réalité de l'éther?* Sans nier l'importance de l'expérience récemment décrite par M. G. Sagnac, l'auteur fait voir qu'elle ne prouve pas nécessairement l'existence de l'éther.

Mémoires présentés en Février 1914.

M. F. Skaupy : *La conduction de l'électricité dans les métaux.* Sur la base de certaines hypothèses, justifiées dans le présent mémoire, l'auteur expose la théorie du mécanisme de la conduction électrique dans le mercure, ses alliages liquides et d'autres métaux. Il fait voir la nécessité de transports matériels, qui, malgré les observations jusqu'ici en apparence négatives, doivent exister aussi chez les conducteurs métalliques. Il exprime par des formules et calculs d'une façon approchée, pour les amalgames, la grandeur des variations de concentration et des vitesses de migration devant se présenter dans des conditions données et il fait voir pourquoi les tentatives jusqu'ici faites pour mettre en évidence les variations de concentration n'ont pu donner de résultats positifs ou ont été interprétées d'une façon erronée. Il discute enfin dans quelle voie on pourra chercher des conditions plus favorables pour la production de ces variations de concentration. Une des précautions les plus importantes consisterait, pour une densité de courant suffisante, à empêcher la convexion, en insérant, par exemple, des particules indifférentes, poudres non conductrices, fibres de verre, etc., jusqu'à la consistance d'une bouillie. — **M. K. Lübben** : *Dispersion des solutions salines aqueuses.* On sait que les déterminations des fréquences propres ultra-violettes par les observations de dispersion sur les corps solides ou liquides présentent l'inconvénient de la rareté des corps transparents se prêtant à ces déterminations et de l'utilité limitée des valeurs ainsi calculées, étant donnée l'incertitude relative au composant auquel il convient d'attribuer les fréquences observées. Les expériences de l'auteur ont fait voir que les solutions, qui, *a priori*, semblent se prêter encore bien moins à ce genre de déterminations, fournissent en réalité des résultats plus sûrs, bien que l'influence de la concentration complique quelque peu ces recherches. Les déterminations de dispersion, dans ce cas, permettent de trouver les fréquences propres de l'ion négatif. L'auteur détermine les différences de réfraction par rapport à l'eau, pour les solutions de LiCl, NaCl, CaCl, LiBr, RbBr, NaI, AzH^4F, TlF, $NaClO^3$, $NaClO^4$, en quatre concentrations (4/1, 2/1, 1/1, 1/2 normales respectivement), au moyen d'un spectrographe de quartz dont le prisme est remplacé par une cuvette rectangulaire en quartz, divisée par une plaque diagonale en deux moitiés, qu'on remplit respectivement d'eau et de solution. Après avoir calculé, pour quelques ions, les fréquences propres ultra-violettes, l'auteur rend compte de l'influence de la dissociation sur ces fréquences et il calcule, sur la base de la théorie des *quanta*, les variations de fréquence produites par les dégagements de chaleur accompagnant la dissolution et la dissociation des sels. — **MM. J. Koenigsberger et A. Gallus** : *Au sujet du rayonnement secondaire des rayons-canaux, produit sur un isolateur.* Le caractère de la conductibilité électrique de la matière liquide ou solide étant essentiellement déterminé par l'affinité, les auteurs ont cru intéressant de rechercher si, dans le rayonnement secondaire, — le dégagement d'électrons par les rayons-canaux incidents, — les effets d'affinité jouent un rôle appréciable. Ils comparent, à cet effet, les rayonnements secondaires produits respectivement sur un métal et un bon isolateur, en cas d'incidence rasante des rayons. Le résultat de ces expériences — à savoir le rayonnement secondaire bien moins fort dans le cas d'une feuille de papier de soie imprégné de graisse que dans celui d'une surface de laiton — ne s'explique point par les différences de densité. La quantité de rayonnement secondaire sur le laiton correspond, dans les conditions de l'expérience, à peu près à deux ou quatre électrons par atome de rayon-canal capté. — **MM. M. de Broglie et L. A. Lindemann** : *Quelques remarques relatives aux spectres de rayons X.* La méthode récemment indiquée par M. de Broglie, pour photographier les spectres de rayons X, a donné d'excellents résultats, en étudiant les spectres du platine, du tungstène, du cuivre. Dans le présent mémoire, les auteurs font remarquer que ces mêmes spectres se démontrent facilement à l'aide d'une fente étroite (d'environ 0,4 millimètre) sur l'écran à platino-cyanure de baryum. D'autre part, ils signalent un phénomène dont ils n'ont pas encore pu vérifier définitivement l'existence. En photographiant le spectre d'absorption (produit par une feuille de platine de 10 μ) d'un spectre d'émission de platine, ils ont observé, comme dans le cas des lignes de Frauenhofer,

l'extinction des centres de toutes les lignes. M. de Broglie a également observé le phénomène suivant : On sait que M. Friedrich et M. Hupka ont photographié les figures étoilées produites au passage des rayons X à travers les corps amorphes. Or, M. de Broglie fait voir que ces mêmes spectres sont produits, au passage à travers les feuilles métalliques, par les cristaux microscopiques, semble-t-il, de ces feuilles. Le traitement mécanique du métal exerce naturellement une certaine influence à cet égard.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Janvier et Février 1914 (fin).

SCIENCES NATURELLES. — M. **E. Artini** s'occupe de la diffusion des roches à néphéline en Lybie. — M. **E. Grill** a examiné plusieurs cristaux de bournonite de la minière de Brosso en Piémont, et transmet le résultat de ses observations et des mesures qu'il a exécutées. — M. **F. de Filippi** envoie à l'Académie un premier rapport sur l'Expédition scientifique au Karakoram oriental, et résume les divers travaux accomplis par les membres de la Mission. — M. **G. Rovereto** a exploré la péninsule Vallez, dans l'Argentine, et décrit ses observations sur la formation des côtes de la Patagonie septentrionale. — M. **G. Viale** rappelle que quelques auteurs, se référant aux lois physiques de l'évaporation, ont affirmé que, sur la haute montagne, la perspiration cutanée s'accroît; mais d'autres physiologistes ont nié cette augmentation. Pour résoudre la question, M. Viale a fait des expériences au col d'Olen (2.900 mètres) et à Turin (250 mètres), qui montrent que la perspiration dans la haute montagne dépend de la raréfaction de l'air qui agit par un mécanisme physique, et de la vasodilatation périphérique de l'organisme qui fonctionne comme un mécanisme biologique. — M. **L. Granata**, qui dans une note précédente a exposé les résultats de ses recherches sur le développement des Haplosporidies, s'occupe des points plus caractéristiques du processus caryocinétique, qui est l'unique moyen de division des noyaux dans la forme étudiée. — Mlle **R. Monti** décrit les préparations sur lesquelles elle a étudié la disposition réticulaire interne de Golgi dans les cellules de Crustacés. — M. **L. Petri** ajoute quelques considérations sur la signification pathologique des cordons endocellulaires dans les tissus de la vigne. — M. **F. Plate** décrit ses nouvelles recherches sur l'action des nitrates isolés d'aluminium, d'étain, de cérium, de thorium et de plomb, sur la période germinative de l'*Avena sativa*.

ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 *Mars* 1914.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **F. Mertens** montre qu'il existe un type principal d'équations primitives solubles algébriquement, et que les autres équations rendues imprimitives par des adjonctions peuvent être ramenées rationnellement aux équations primitives du type principal. — M. **K. Wolf** étudie l'intégration de l'équation $\Delta\Delta F = 0$ par des polynomes dans le problème du mur de retenue. — M. **A. Denizot** présente une théorie du mouvement relatif d'un système de masses fixe, avec application au gyroscope de Foucault. — M. **R. von Sterneck** montre que la production de l'oscillation transversale ainsi que de l'amphidromie dans les marées semi-diurnes du nord-ouest de l'Adriatique a sa cause physique exclusive dans l'intervention de la rotation terrestre.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Denizot** compare l'échelle de température déterminée par le rayonnement d'un corps noir avec son échelle « électrochimique » et trouve pour la constante de rayonnement une valeur qui concorde avec celle déterminée par la méthode connue. — MM. **R. Kremann** et **H. Rodemund** étudient la double décomposition du thiosulfate de Ca avec Na^2SO^4 et Na^2CO^3 au point de vue de la loi d'action de masses; théoriquement, elle devrait aller jusqu'à 100 %, mais pratiquement ce n'est pas le cas. Les auteurs étudient ensuite la paire de sels réciproque $Ca^2S^2O^3 + 2NaAzO^3 \rightleftarrows Na^2S^2O^3 + Ca(AzO^3)^2$, au point de vue de la loi des phases, à 9° et à 25°. A ces températures, c'est la paire $Ca^2S^2O^3 + NaAzO^3$ qui est la plus stable. Il ne se forme pas de sel double, mais un sel triple $Na^2S^2O^3.CaS^2O^3.NaAzO^3.11H^2O$, qui se décompose à 29°. — MM. **R. Kremann** et **R. Maas** montrent que les alliages Fe-Ni déposés à 75° sont plus riches en Ni que ceux déposés à la température ordinaire; l'addition d'acide citrique ou d'oxalate de K provoque aussi un enrichissement en Ni. — MM. **R. Kremann** et **R. Kropsch** ont étudié le système ternaire tristéarine-tripalmitine-acide stéarique; ils ont observé l'existence d'un eutectique ternaire aux environs de 42°, formé de cristaux mixtes des deux éthers et d'acide stéarique. Le système ternaire tristéarine-tripalmitine-acide palmitique donne lieu à un eutectique ternaire analogue. — MM. **G. von Georgievics** et **A. Dietl** ont recherché les relations entre la vitesse de sorption des acides par rapport à la laine et la concentration des solutions acides d'une part, les coefficients de diffusion des acides d'autre part. Ils trouvent qu'il s'agit ici d'une diffusion dans l'adsorbant, qui apparaît de la façon la plus marquée quand l'absorption est la moindre. La vitesse de la sorption varie avec la concentration et la température; la sorption n'est pas instantanée. — M. **A. Dietl** communique ses recherches sur la répartition des acides phosphorique, benzoïque, salicylique, de l'acétone et du saccharose entre l'eau et la laine, lesquelles confirment la théorie de la sorption de von Georgievics. — M. **S. Fischl** montre que la pinacoline obtenue par l'action de l'acide sulfurique sur la pinacone de la cétone de Michler est l'octométhyltétra-*p*-amido-β-benzopinacoline; réduite par Zn amalgamé et HCl, elle fournit par transposition l'octométhyltétra-*p*-aminotétraphénylethylène. — M. **E. Czapek**, par une modification de la méthode usuelle, a obtenu avec facilité les acides arylsulfuriques, en particulier les acides α-naphtol-, menthol-, bornéol-, 1 et 8-oxyquinoline-sulfuriques, sous forme de sels de Ca. — M. **A. Kirpal**, en faisant réagir sur l'alcool le chlorure de l'éther α-éthylique de l'acide hémipinique (préparé par action de $SOCl^2$ sur l'éther acide), a obtenu le M-éther neutre, doué d'une forte réactivité. — MM. **H. Meyer** et **W. Ritter** montrent que la pyridine et l'α-picoline se laissent rapidement sulfoner et avec un très bon rendement en présence de sulfate de vanadyle comme catalysateur.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **R. Leidler** communique ses recherches sur la région terminale du nerf vestibulaire. Il montre en particulier que la destruction complète du nerf vestibulaire à son entrée dans la moelle allongée inhibe la réaction calorique pour toujours, et temporairement la réaction rotatoire pour diverses espèces de nystagmus. — M. **O. Pesta** décrit les Décapodes des genres *Sergestes*, *Lucifer* et *Pasiphæa* recueillis par la *Najade* dans le sud de l'Adriatique. — M. **J. Bayer** trace un parallèle entre les dépôts quaternaires alpins et ceux de l'Allemagne du Nord. D'après lui, l'Interglaciaire jeune nord-allemand coïnciderait géologiquement et faunistiquement avec le Rissien-Wurmien-Interglaciaire de Redner dans les régions alpines.

Le Gérant : A. MARETHEUX.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE — N° 9 — 15 MAI 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Sir John Murray (1841-1914). — Avec Sir John Murray, tué dans un accident d'automobile, disparaît le fondateur de l'Océanographie, le plus éminent géographe de notre temps, et une des gloires de la Science écossaise. Qu'il soit permis à un de ses élèves de retracer ici ce que fut sa vie, celle d'un homme de cœur et d'un grand savant.

Né le 3 mars 1841 à Cobourg dans le Canada, John Murray fit ses études supérieures à l'Université d'Edimbourg, soit dans son pays d'origine. Il eut pour maîtres Turner, Lyon-Playfair et Tait. Dans le laboratoire de ce dernier, il travailla des questions de courants thermo-électriques et étudia même un thermomètre électrique pour des recherches en mer profonde. En 1868, John Murray s'embarqua à bord d'un baleinier pour visiter le Spitzberg et les régions arctiques (jusqu'au 81° de lat. N.) en qualité de naturaliste. Ce voyage, comme il aimait à le rappeler, lui fit une grande impression et l'orienta vers les sciences géographiques.

Lorsque le Gouvernement anglais, en 1872, équipa le *Challenger*, corvette de 2.300 tonnes, pour étudier les conditions physiques et biologiques de la mer profonde dans tous les bassins de l'Océan, nous trouvons John Murray à bord parmi les naturalistes que dirigeait Wyville Thomson. Durant cette expédition, Murray étudia les dépôts marins et les organismes pélagiques. On lui avait, de plus, confié la conservation des collections et l'expédition des spécimens en cours de route. De retour de ce voyage, en 1876 il fut nommé assistant-chef d'un Service scientifique fondé par le Gouvernement pour l'étude des collections. Il participa, entre temps, en 1880 et 1882, aux expéditions du *Knight Errant* et du *Triton*, qui complétèrent le voyage du *Challenger* dans la région des îles Féroë.

A la mort de Wyville Thomson en 1882, Murray fut nommé directeur du Service et éditeur des célèbres « Reports » du *Challenger*, qui constituent une série de 50 volumes in-4°. Les crédits manquant, Murray termina la publication à ses frais.

Pour pouvoir résoudre certaines questions qui se posèrent à lui, durant l'étude des dépôts marins récoltés par le *Challenger*, Murray entretint avec son ami Irvine, un chimiste, un laboratoire maritime à Granton sur le Firth-of-Forth et contribua à l'établissement de la Station maritime de Millport sur-la-Clyde. Pendant ce temps, il explorait à bord de son yacht *Medusa* les firths ou grands golfes de l'Ecosse.

Ce travail achevé, il monta un laboratoire de recherches connu dans le monde entier sous le nom de « Challenger Office ». Nombreux sont ceux qui, dans ce laboratoire, s'initièrent à l'étude des fonds marins et qui profitèrent d'un matériel de comparaison unique. En effet, aux dépôts marins récoltés par le *Challenger* étaient venues s'adjoindre des collections de toutes les expéditions récentes.

Durant le voyage du *Challenger*, John Murray, en homme pratique, fit des observations personnelles qui l'amenèrent dans la suite, grâce à l'influence de son ami le duc d'Argyll, à faire annexer par son Gouvernement l'île de Christmas dans l'Océan Indien (à 200 miles au S. W. de Java). Il obtint ainsi un droit sur l'île et fonda avec quelques amis la « Christmas Island Phosphate Cy ». Cette île d'origine corallienne est en effet le plus riche gisement de phosphate du monde (environ 90 % de $(PO^4)^2Ca^3$). Le carbonate de chaux fut pseudomorphosé en phosphate de chaux par le phosphate d'ammonium provenant du guano qui le recouvrait.

En 1897 et 1898, Sir John Murray et Fred. Pullar commencèrent à sonder les plus importants d'entre les lacs d'Ecosse. Ces deux savants avaient à ce moment l'intention d'entreprendre à leurs frais ce que le Gouvernement anglais avait refusé de faire : le levé systématique de la carte bathymétrique des plus importants lacs de l'Ecosse. La mort prématurée de Fred. Pullar dans un accident de patinage, le 15 février 1901, arrêta ce bel élan. M. Laurence Pullar remplaça pécuniairement son fils auprès de Sir John et ils fondèrent le « Scottish Lake Survey (Pullar Trust) ». Les travaux sur le terrain durèrent de 1902 à 1907 et les « Reports on the scientific Results » sont parus en 1910 en deux volumes de texte et quatre de planches.

Ce travail accompli, infatigable, Sir John entreprit à soixante-dix ans une croisière scientifique dans-

l'Atlantique nord, au printemps de 1910, en compagnie de M. Johan Hjort, directeur des Pêcheries norvégiennes. Il voulait travailler lui-même avec les nouveaux appareils et étudier les nouvelles méthodes. Le Gouvernement norvégien lui prêta le *Michaël Sars*, spécialement équipé pour des recherches scientifiques, et Sir John fit les frais de l'expédition. Seuls ceux qui ont été pris par un gros temps dans l'Atlantique nord peuvent se faire une idée du courage qu'il fallait pour entreprendre une croisière avec un bateau, excellent il est vrai, mais ne jaugeant que 226 tonnes, — presque un chalutier. Sir John prouva qu'on pouvait explorer la mer profonde avec un bateau de faible tonnage et à relativement peu de frais.

La dernière fois que je le vis à Edimbourg, en décembre 1911, il songeait à équiper un grand yacht et à reprendre la mer pour lui arracher ses secrets.

Nous venons de voir le navigateur ; disons maintenant les principales publications que nous laisse le savant.

John Murray débuta par une note intitulée : « On the Distribution of Volcanic Debris over the Floor of the Ocean ». C'est l'aurore d'un jour nouveau pour la Géologie, car Murray a attaqué un des problèmes les plus importants de cette science, la sédimentation. En effet, avec Thoulet, le savant océanographe français, nous dirons que « la géologie est l'océanographie du passé, et pour la connaître réellement, sérieusement, il faut procéder avec méthode, du plus certain au moins certain, du présent au passé, de l'Océan d'aujourd'hui à l'Océan d'il y a mille milliers d'années ».

En 1880, Murray s'imposa au monde scientifique par une brochure d'une dizaine de pages : « On the structure and origin of Coral Reefs and Islands ». Fort de nombreux faits d'observation recueillis durant la croisière du *Challenger*, il y combat la théorie si belle, parce que si simple, de Darwin sur la formation des récifs coralliens et donne une nouvelle explication que les travaux d'Alexandre Agassiz sur les récifs du Pacifique et ceux de Gardiner sur les récifs de l'Océan Indien confirmèrent.

L'étude des dépôts marins récoltés par le *Challenger*, à laquelle il voua vingt-trois ans de sa vie, l'amena à étudier avec son ami Robert Irvine le mode de formation du carbonate de chaux et de la silice dans les organismes. Dans ces travaux, généralement peu connus des géologues bien que très importants, Murray nous apparaît comme un savant aux vues larges et possédant une culture générale immense. Cette dernière, doublée d'une intelligence toujours en éveil, lui permettra dans la suite de s'attaquer à des problèmes que d'autres ne se seraient pas posés et, à supposer qu'ils l'eussent fait, n'auraient pu résoudre. A l'appui de ce que j'avance, je citerai son admirable étude « On the annual range of temperature in the surface waters of the Ocean, and its relation to other oceanographical phenomena », accompagnée d'une de ces cartes dont lui seul avait le secret.

Je ne puis citer ici tous les travaux du Maître ; la place me fait défaut, bien que tous soient importants. Je me réserve de le faire ailleurs lorsque j'en aurai le loisir.

En 1891, John Murray publia avec Renard son volume aujourd'hui classique « Deep Sea Deposits », dont le Prof. Thoulet, le distingué océanographe français, a dit qu'il est le catéchisme de ceux qui veulent aborder les problèmes de la sédimentation actuelle. D'aucuns auraient été tentés, après un pareil effort, de prendre un repos mérité et de considérer la question comme épuisée : c'eût été humain. Mais Sir John sait que la technique et les méthodes scientifiques se modifient d'année en année et qu'en science on ne tend vers la vérité que par approximations successives. Nous le voyons s'entourer de jeunes savants au courant des nouvelles méthodes. Il les dirige et leur communique son enthousiasme sans égal. Pour nous, qui avons eu le grand privilège de travailler avec lui, il restera le Maître idéal. S'il a relativement peu publié dans les quinze dernières années de sa vie, c'est qu'il dirigea avec amour ses assistants et ce qu'il y a de bon dans leurs travaux ils le lui doivent. C'est ainsi que la question de la formation des concrétions phosphatées, de la glauconie, des nodules de manganèse fut étudiée à nouveau. De toutes les expéditions océanographiques arrivaient au « Challenger Office » des collections de dépôts marins, et Sir John publia avec le Dr Lee une étude des sédiments du Pacifique et en 1910 une étude hydrographique de l'Océan Indien avec la première carte indiquant la teneur en carbonate de chaux des sédiments de cet océan. C'est dans la même année qu'il publia avec Laurence Pullar les résultats obtenus par le Service des lacs d'Ecosse. Cette importante étude a pris place à côté du classique « Léman » de F. A. Forel, augmentant la base solide sur laquelle repose cette jeune science qu'est la Limnologie. Dans ce domaine, Sir John aimait à se donner comme l'élève du regretté Forel. Ce fut une de ses grandes joies d'avoir pu décider ce dernier à faire à Edimbourg une conférence, à la Royal Society, sur la Limnologie. Et le Prof. Chrystal, l'auteur de la Théorie hydrodynamiques des Seiches, que Sir John avait gagné à la cause de l'Hydrographie, eut le bonheur de voir à son lit de mort les deux plus grands hydrographes de notre temps.

En 1912 paraît un volume de 800 pages, richement illustré, « The depths of the Ocean », où Sir John, avec le Dr Hjort, expose les résultats de la croisière du *Michael Sars* dans l'Atlantique nord tant au point de vue physique que biologique.

Enfin, tout dernièrement la « Home University Library » publiait un ravissant petit volume de vulgarisation, « The Ocean », que Sir John dédie à ses assistants des trente-sept dernières années.

L'influence que Sir John Murray a eue en Hydrographie se passe de commentaires. Les nombreuses distinctions que lui décernèrent des Sociétés savantes et des Universités du monde entier témoignent de l'estime et de l'admiration qu'inspiraient sa personne et ses travaux.

En Géologie, le fondateur de l'Océanographie fut un peu aussi, à mon avis, un novateur, mais son œuvre, très importante, n'est pas suffisamment connue des géologues Il eut cependant sur le Continent deux disciples, un océanographe, le Prof. Thoulet, et M. Lucien Cayeux, actuellement professeur au Collège de France. L'un comme l'autre ont longtemps prêché dans le désert et il a fallu plus de dix ans aux géologues pour se rendre compte de ce que contenait l'admirable ouvrage « Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires ». Grâce à ces deux brillants avocats, la cause de la sédimentation paraît enfin entendue et l'œuvre de Sir John Murray, en Géologie, sera féconde.

Pour ceux qui, comme moi, ont eu le bonheur d'avoir Sir John pour maître, il sera impossible de séparer le savant de l'homme. Sir John trouvait tout naturel que nous fussions, ceux qui étaient seuls à Edimbourg, de toutes les fêtes de famille. Nous trouvions en Lady Murray l'hôtesse la plus accueillante. Par l'intérêt qu'elle portait toujours aux travaux scientifiques, nous la considérions comme la meilleure collaboratrice de son mari. Nous n'oublierons jamais cette fête de Noël à Falkland House, en 1905, où Sir John, après le traditionnel Plump Pudding, entonna le beau champ écossais « Auld lang Syne ».

C'était pendant les soirées à Challenger Lodge ou dans les « week end » à Falkland House que le Maître se donnait tout entier à ses élèves. Là, dans le cercle familial, nous apprîmes à connaître, mieux qu'au laboratoire, cet homme de pensée et d'action, sévère envers lui même, mais infiniment bon pour les autres. Les questions d'éducation le passionnaient. Il trouvait

que certaines Universités étaient par trop des fabriques de grades où l'on négligeait de développer l'individualité des étudiants. Un savant, nous disait-il, doit rester un homme pratique continuellement en contact avec ses semblables. Il fut, en effet, un excellent homme d'affaires, tout comme son ami Alexandre Agassiz. Les voyages jouaient pour lui un grand rôle dans l'éducation; il les envisageait comme une école d'énergie où l'on apprend à connaître les hommes.

Par testament du 27 novembre 1911, Sir John Murray a légué à ses deux fils sa bibliothèque, ses collections et sa villa « Medusa » qui contient ses laboratoires, avec un certain nombre d'actions de la Christmas Island Phosphate Company dont les intérêts doivent être employés à des recherches scientifiques dans le domaine de l'Océanographie et de la Limnologie pendant vingt ans après sa mort. Il a prévu le cas d'une expédition océanographique ou d'une étude des lacs du Canada. Puissent ses fils continuer dignement son œuvre.

Quant à ses élèves ils s'efforceront de lui faire honneur. **Léon W. Collet,**

Directeur du Service de l'Hydrographie nationale suisse.

§ 2. — Astronomie

La photographie des Satellites de Mars. — Dès 1896, S. Kostinsky appliquait l'astrographe de treize pouces de l'Observatoire de Poulkowo à la photographie des satellites de Mars : ceci permettait la déterminaison de la position précise des satellites par rapport à la planète; puis, étudiant la question sous sa forme la plus générale, Kostinsky avait donné les formules rigoureuses pour éliminer l'effet du mouvement non uniforme des satellites durant un temps de pose de 15 à 25 minutes[1].

La difficulté principale à laquelle on se heurte, en photographiant des objets si différents en éclat et si proches l'un de l'autre, comme Mars et ses satellites, est la grandeur de l'image négative de la planète qui se forme durant le temps de pose nécessaire pour l'obtention des images bien distinctes des satellites : parfois, pendant l'opposition de Mars en 1896, le diamètre de l'image de la planète égalait presque le grand axe de l'orbite apparente du satellite intérieur de Deimos et, par conséquent, le satellite intérieur Phobos, dans toutes ses positions, était complètement couvert par l'image de la planète.

Plusieurs procédés ont été proposés pour l'élimination de cet inconvénient, qui a aussi une grande importance dans la photographie des étoiles doubles d'une certaine classe : cacher, en principe, la planète, à l'aide d'un écran opaque ou demi-transparent, placé devant la plaque elle-même pendant la durée de la pose. Mais ces procédés présentent encore des difficultés et ne sont pas à l'abri de critiques au point de vue technique.

S. Kostinsky, à l'astrographe normal, a déjà réussi, sans cacher la planète, des photographies du satellite de Neptune; aujourd'hui, ce sont les satellites de Mars[2]. Nous n'insisterons pas ici sur les discussions très minutieuses des mesures des clichés, les déterminations des constantes des plaques et des erreurs systématiques rencontrées dans ces opérations spéciales; un seul chiffre montrera le succès de la méthode, quand on constate que chaque cliché fournit la position d'un satellite avec une précision de $0''103$.

On peut donc affirmer les résultats satisfaisants obtenus, grâce à Kostinsky, pour ce problème difficile : photographier Mars avec ses satellites dans un but de mesures micrométriques. C'est là un gros progrès et l'on peut à présent espérer, avec les grands astrographes à long foyer, résoudre tant d'autres problèmes du même ordre avec une précision non seulement égale, mais même supérieure à celle que l'on obtient dans les observations visuelles à l'aide des plus puissants instruments.

[1] *Bulletin Acad. des Sc. Saint-Pétersbourg*, V e série, t. VII, n° 4, novembre 1897.

[2] *Mitteilungen de Pulkowo*, t. V, n° 59; 1913.

§ 3. — Topographie.

A propos de la stéréoautogrammétrie. — Nous recevons de M. E. Crouzet, colonel du Génie en retraite, la lettre suivante :

28 avril 1914.

Monsieur le Directeur,

Pris à partie par M. P. Corbin dans un article de votre *Revue* (numéro du 30 mars 1914) sur la nouvelle topographie appliquée dans la haute montagne, article que je n'ai connu que par hasard, je suis obligé de répondre, et je fais appel à votre courtoisie pour insérer ce qui suit.

M. Corbin cite d'abord (p. 223-224) un extrait de mon ouvrage (*Eléments et principes de la Topographie*, Paris, Vuibert, p. 256). Si ma conclusion venait en fin de l'article, elle serait presque, pour un lecteur impartial, une réponse aux imputations d'ignorance et de parti pris qui me sont prodiguées et sur lesquelles je passe.

Obligé de me mettre en cause, je me bornerai à rappeler que de 1869 à 1907 je me suis, ou j'ai été tenu au courant des travaux de MM. Laussedat, Javary, Schrader, Vallot, Deville, Pülfrich, Von Hübl (Voir *Revue du Génie militaire*, décembre 1901, janvier 1902, mars 1904, juillet 1907) et dès 1910 de l'emploi, au Service Géographique de l'Armée, d'un stéréo-comparateur pour des levés dans l'Oisans.

Mais la querelle inutile qui m'est cherchée est inséparable d'une question d'opinion, c'est-à-dire de doctrine, et il m'est impossible de me défendre contre l'accusation d'ignorance sans aborder ce côté du sujet.

L'emploi de la photographie, peu importe sous quelle forme, sera un précieux recours dans les cas où les autres moyens seront en défaut, je l'ai dit, je le répète. Seulement, ces cas sont très rares, spéciaux à la haute montagne ou à certains levés de côtes. De plus, dans la plupart des pays de France, le moyen est en défaut. M. Corbin lui-même (*Revue*, p. 244, 2e Col., l. 18 à 20, et surtout p. 251, 1re Col., l. 50 à 2e Col., l. 9) signale cette défaillance; elle est due à la résistance du terrain à l'application du procédé par intersection.

Car l'emploi des ressources plus ou moins récentes n'est et ne peut être qu'une application de ce vieux procédé, — méthode des parallaxes, dit le Colonel Laussedat dans un cas particulier. — Il a ses avantages, mais aussi ses inconvénients propres, dont certains d'ordre *géométrique*, particulièrement aggravés, dans le cas des parallaxes, par la petitesse des angles d'intersection. A des yeux non prévenus, ces inconvénients sont masqués, dans l'emploi des appareils, derrière des intermédiaires plus ou moins nombreux, qui tous forcément apportent à leur suite les effets de leurs imperfections inévitables.

Je ne m'attaque pas à la grosse question de l'erreur du niveau apparent, cette pierre d'achoppement des nivellements par intersection, même géodésiques. M. Vallot et les topographes du Service Géographique s'en préoccupent et la corrigent, dans la mesure du possible. Je n'ai pas vu que M. Corbin l'indiquât; elle me paraît de correction difficile dans certains emplois des appareils genre Deville, von Orel.

Je n'aborde pas non plus la question de la précision suffisante pour le nivellement dans la haute montagne, et nécessaire dans les pays de plaine.

Voilà les principaux fondements de l'opinion qui m'a fait prendre à partie. Je n'ai pas trouvé, jusqu'ici, de motifs suffisants pour m'en faire changer. En attendant, la place me manque pour suivre M. Corbin dans la discussion de critiques où je suis intéressé plus ou moins directement, deux entre autres : l'une (p. 244,

2e Col., l. 29 à 43) est complètement erronée, l'autre (p. 219, 2e Col., l. 20 à 22) constamment démentie dans une longue pratique.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur.....

E. Crouzet,
Colonel du Génie en retraite.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

Une nouvelle machine frigorifique. — Le développement des petites et des moyennes installations frigorifiques, si utiles pour la conservation des denrées périssables, est lié à la réalisation pratique d'une machine produisant le froid artificiel sans surveillance continue, ni entretien coûteux.

Un progrès notable vient d'être réalisé dans cette direction par le frigorigène Audiffren Singrun. C'est une machine à compression possédant les mêmes organes essentiels que toutes les machines analogues : un compresseur, un condenseur et un réfrigérant. Elle présente, par contre, la particularité d'être rotative. Comme le montre la figure 1, le frigorigène se compose de deux capacités sphériques réunies par un arbre creux, l'une jouant le rôle de réfrigérant, l'autre celui de condenseur. Dans celui-ci se trouve le mécanisme de la compression, commandé par une poulie extérieure *sans percer la paroi*, ce qui aurait entraîné fatalement l'emploi du presse-étoupes. Ce problème a été résolu en faisant intervenir la force de la pesanteur. Le mécanisme compresseur, animé d'un mouvement de rotation, est maintenu fixe dans l'espace, grâce à une masse pesante qui leste le carter dans lequel est logé le cylindre.

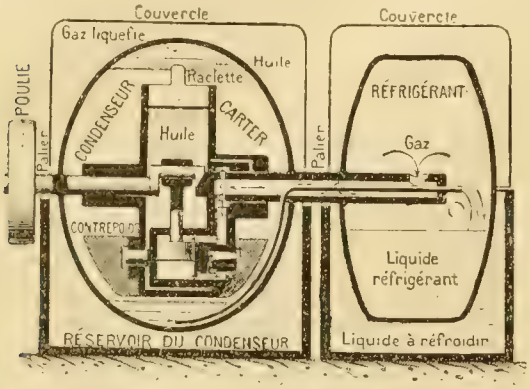


Fig. 1. — *Schéma du frigorigène Audiffren-Singrun.*

Ce cylindre oscille sur deux tourillons ; il est muni d'un piston massif, sans segments, fonctionnant entièrement immergé dans un bain d'huile minérale absolument neutre. Cette huile remplit les vides et les espaces nuisibles, empêche toute usure, et combat l'échauffement par son refroidissement constant sur les parois du condenseur en rotation.

Actionné par un arbre coudé, le piston aspire les vapeurs émises dans le réfrigérant en raison de la diminution de pression qu'il y provoque et les refoule dans le condenseur sur la périphérie duquel s'opère la liquéfaction.

Le liquide régénéré se sépare de l'huile par différence de densité et retourne dans le réfrigérant, au travers de l'arbre creux, par différence de pression. C'est, en somme, le même jeu que dans les machines à compression existantes, mais avec la suppression de toute une série d'organes : bielles, clapets, ressorts, joints, presse-étoupes, manomètres, segments de pistons, robinet de réglage et surtout détendeur, organe important et très délicat dans les autres appareils, dont l'obstruction fréquente a pour effet un arrêt de production de la machine frigorifique.

En cas de manque d'eau au condenseur, il n'y a aucun accident à redouter. Le compresseur cesse simplement de fonctionner, faute d'appui, puisque le contre-poids lestant le carter se met à tourner avec lui quand la pression de régime calculée d'avance est dépassée.

Le compresseur est ainsi réduit à une simple pompe à huile soumise à une pression enveloppante, allant par conséquent de l'extérieur à l'intérieur. Dès lors, les fuites, s'il s'en produit, ne peuvent être que des fuites d'huile, ayant lieu de l'extérieur vers l'intérieur du cylindre, contrairement à ce qui existe dans les autres machines, et, dans le cas présent, sans aucune influence sur le rendement.

Les organes en mouvement, par suite les frottements, étant réduits au minimum (1 piston, 2 tourillons), la puissance nécessaire pour actionner l'appareil est des plus réduites.

Un frigorigène Audiffren-Singrun fournissant 6.000 frigories à l'heure à —10° C., avec de l'eau entrant au condenseur à 11° C. et sortant à 24°, n'absorbe que 3 chevaux à la poulie de commande, c'est-à-dire que la production est de 2.000 frigories par cheval et par heure. Cette force absorbée est très faible pour une machine de 6.000 frigories, le même rendement n'étant obtenu dans beaucoup d'autres systèmes que pour une production 100.000 frigories à l'heure.

Cette très faible force motrice absorbée permet de faire d'importantes installations avec plusieurs frigorigènes de petites ou moyennes puissances, dans des conditions d'exploitation bien plus économiques qu'avec l'emploi d'une forte machine unique.

Le frigorigène présente encore d'autres avantages. On sait que la quantité d'eau nécessaire à la condensation du fluide frigorigène est toujours importante dans les systèmes ordinaires à compression. Ainsi, pour une machine de 6.000 frigories à l'heure, la dépense d'eau, entrant au condenseur à 11° C. et sortant à 24° C., est d'environ 750 litres.

Dans la machine Audiffren-Singrun, on a profité très ingénieusement de la rotation du condenseur dans l'eau pour créer un appareil dénommé *économiseur d'eau* et qui est un véritable aéro-condenseur.

La sphère constituant le condenseur est toujours humidifiée par suite de son contact constant avec l'eau dans laquelle il tourne. Au lieu d'avoir un courant d'eau continu, constituant la dépense indiquée plus haut, les inventeurs ont ajouté à la machine un ventilateur spécial qui projette l'air aspiré au dehors sur la périphérie du condenseur. Cette projection d'air sur la paroi humide provoque l'évaporation d'une quantité d'eau assurant ainsi le refroidissement qu'on obtient d'ordinaire avec l'eau courante. L'eau, en se vaporisant sur la surface du condenseur, donnera donc un abaissement de 537 calories par kilogramme, et il suffira alors, pour une machine de 6.000 calories, d'une dépense d'eau égale à $\frac{6.000}{537}$, soit 13 à 14 litres à l'heure environ. La force absorbée par le ventilateur de l'économiseur d'eau est insignifiante.

Enfin, le frigorigène permet de supprimer la pompe de circulation de liquide incongelable employée généralement pour faire circuler ce liquide à basse température dans les tuyauteries placées dans les locaux à réfrigérer.

Le réfrigérant, en tournant dans le liquide incongelable qu'il refroidit directement, peut créer, par sa rotation, une pression suffisante pour assurer le déplacement d'une certaine quantité de liquide incongelable dans les tuyauteries de refroidissement.

§ 5. — Physique

L'effet longitudinal exercé par le champ électrique sur les lignes spectrales. — Dans un mémoire récemment présenté à l'Académie des

Sciences de Berlin, M. J. Stark, professeur à l'Ecole Polytechnique d'Aix-la-Chapelle, avait signalé l'effet transversal exercé par le champ électrique sur les lignes de série de l'hydrogène et de l'hélium[1]. D'après ces premiers résultats, démontrant l'existence d'un analogue électrique de l'effet Zeeman, il fallait s'attendre, dans l'effet longitudinal, à observer seules (et à l'état non-polarisé) celles des composantes d'une ligne électriquement décomposée qui, dans l'effet transversal, vibrent normalement aux lignes de force électriques.

Dans un nouveau travail communiqué à la Société Royale des Sciences, à Gœttingue, M. Stark, en collaboration avec M. G. Wendt, soumet ces prévisions théoriques au contrôle de l'expérience. La méthode permettant d'établir, au sein d'un gaz lumineux, un champ électrique intense, repose sur le même principe que la méthode employée dans le précédent travail. L'émission lumineuse, dans un gaz dilué, ayant été excitée par des rayons-canaux, on applique à ce gaz le champ électrique d'un flux non-autonome. Dans le cas présent, les auteurs disposent le champ électrique normalement à l'axe des rayons canaux, en observant, suivant l'axe du champ, et parallèlement à la surface postérieure de la cathode de l'effluve, à travers des trous pratiqués dans l'anode du champ, l'émission de séries dans ce dernier.

Les auteurs observent que les composantes d'une ligne de série, dans l'effet longitudinal, au moins chez l'hydrogène et l'hélium, sont non-polarisées. Il s'ensuit que les électrons, centres de l'émission en série, sont susceptibles, chez ces éléments, de tourner autour d'un axe atomique parallèle à l'axe du champ, dans l'un et l'autre sens. Aussi l'effet longitudinal du champ électrique, sur les lignes de série, présente-t-il une remarquable différence avec l'effet Zeeman : tandis que, dans celui-ci, les composantes d'une ligne de série sont circulairement polarisées à droite et à gauche, elles restent non-polarisées dans l'effet longitudinal du champ électrique. Ce résultat concorde, du reste, parfaitement avec la théorie indiquée par M. W. Voigt.

L'investigation expérimentale de l'effet longitudinal du champ électrique sur les lignes de série présente, encore, un grand intérêt pour rechercher le nouvel effet dans certains endroits de la photosphère du Soleil. Il semble en effet que, comme dans l'atmosphère terrestre, les lignes de force électrique y présentent une orientation essentiellement radiale. S'il en était vraiment ainsi, un observateur regardant un champ électrique radial au centre du disque solaire devrait apercevoir l'effet longitudinal, et un observateur regardant un champ radial sur le bord de ce disque, l'effet transversal.

La décharge par lueurs dans les champs cylindriques sous la pression atmosphérique. — Etant donnée la difficulté de séparer les effets des ions des deux signes, on comprend que la théorie des décharges électriques dans les gaz, sous la pression atmosphérique ou dans le vide modéré des tubes de Geissler, soit bien moins avancée que celle des décharges qui se présentent, sous la forme de rayons anodiques ou cathodiques, dans le vide extrême de Crookes.

M. V. Schaffers[2] a voulu étudier ces phénomènes sur les décharges par lueurs, attribuées, comme on sait, au transport d'ions d'un seul signe. Le champ électrique entourant un fil tendu suivant l'axe d'un cylindre circulaire, et dont on connaît depuis longtemps la formule, devait se prêter bien mieux à ces recherches que les études du vent électrique ou des effluves déchargés par pointes, pour lesquels on ignore la forme du champ.

Afin de renouveler fréquemment le milieu gazeux, condition nécessaire pour réaliser des effluves réguliers, l'auteur entoure son appareil d'un cylindre en verre où une trompe à eau fonctionnant sans cesse maintient une circulation d'air permanente. Après chaque série de mesures, l'auteur ouvre le cylindre, pour remplacer le tube métallique et le fil. Les expériences faites sur douze fils de platine (les plus minces) ou d'aluminium (les plus gros, à partir de $r = 0$ cm. 0303), ont donné les résultats suivants :

Pour $r > 0$ cm. 01, le potentiel initial est proportionnel à $r^{0,7} \log \frac{b}{r}$, où b est le rayon du tube ; le champ initial est indépendant du rayon du cylindre. Pour r intermédiaire entre 0,01 et environ 0 cm. 001, le potentiel initial positif, moins 350 volts, et le potentiel initial négatif sont proportionnels à $r^{0,4} \log b/a$, où $a = r + 0$ cm. 03. Pour $r < 0,001$, ces potentiels sont proportionnels à $r^{0,5} \log^2 b/r$. Ce dernier intervalle correspond à celui des tensions de rupture critiques. Dans le premier intervalle, les potentiels initiaux positifs sont plus grands que les négatifs; dans les deux autres intervalles, c'est l'inverse qui a lieu.

La valeur limite du champ initial, dans le cas des grands rayons de fils, est de 30.000 volts/cm., comme dans le cas des étincelles. L'épaisseur de la couche lumineuse, indépendante du rayon du fil, est de 0 cm. 06. L'ionisation commence, semble-t-il, à 0 cm. 03.

La masse des ions dépendrait du rayon du fil, de même qu'elle dépend de la pression (rayons cathodiques, etc.). L'auteur a, pour vérifier ces conclusions, fait des expériences à pression variable dont les résultats seront publiés prochainement.

§ 6. — Physiologie.

Le travail et l'emploi respectifs de la main droite et de la main gauche. — Un grand nombre de physiologistes admettent que la main gauche travaille moins que la droite. D'après une communication récente du Dr Félix Regnault à la Société de Biologie, la simple observation infirmerait cette assertion : les gens tiennent les objets (paquets, parapluies, enfants) de la main gauche, tandis que la main droite reste libre, prête à écarter les obstacles. La main gauche sert de préférence à accomplir les actes faciles, de longue durée, qui exigent surtout des contractions musculaires statiques ; la droite exécute mieux les actes délicats qui exigent des mouvements nombreux, variés, rapides, dus à des contractions musculaires dynamiques.

La plupart des animaux à membres antérieurs préhensibles sont ambidextres ; cela tient à ce que, chez eux, la division du travail n'existe pas ou existe à un faible degré. Si l'homme est droitier, cela tient à ce que, chez lui, la division du travail est poussée au plus haut degré. C'est donc par raison d'utilité que l'homme se sert de préférence d'une seule main pour les travaux délicats. Quelques physiologistes ont soutenu que les éducateurs devraient s'efforcer de rendre les enfants ambidextres. En réalité, la main gauche n'est pas inactive : elle exécute simplement un travail différent. Rendre les enfants ambidextres reviendrait, pour M. Félix Regnault, à s'opposer à leur perfectionnement naturel, en luttant contre la loi de la division du travail.

[1] Voir la *Revue* du 15 janvier 1914, t. XXV, p. 2.
[2] *Phys.-Zeitschr.*, t. XIV, p. 981, 1913.

LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

Cet article a pour objet de préciser le caractère de la Conférence qui a réuni, à la Sorbonne, du 1er au 4 avril, des professeurs et des ingénieurs, venus pour discuter une question intéressant l'enseignement secondaire et la question de la préparation mathématique des ingénieurs. Je vais donc expliquer l'origine de cette Conférence et la méthode de travail employée, puis je donnerai quelques détails sur les questions traitées.

I. — L'Œuvre de la Commission internationale.

Le IVe Congrès international des mathématiciens, tenu à Rome en avril 1908, a décidé, sur la proposition de M. le professeur David Eugène Smith (de New-York), de constituer une Commission internationale chargée de procéder à un examen comparé des méthodes et des plans d'études de l'enseignement mathématique dans les écoles secondaires des différentes nations.

A cause de la difficulté de préciser ce qu'on devait entendre par enseignement secondaire et à cause de la solidarité qui existe entre les divers ordres d'enseignement, l'enquête a été étendue à l'enseignement mathématique considéré à tous ses degrés et sous toutes ses formes : enseignement primaire, secondaire ou supérieur; enseignement universitaire ou technique.

Un Comité central, composé tout d'abord de MM. Félix Klein (Goettingue), Georges Greenhill (Londres) et H. Fehr (Genève), constitua la Commission internationale demandée par le Congrès de Rome au moyen de délégués des différents pays, à raison de trois au plus par pays. Les délégués, à leur tour, organisèrent des Sous-Commissions nationales, qui devaient publier des rapports relatifs à chaque pays participant à l'enquête. Les langues admises pour les rapports et les discussions sont : l'allemand, l'anglais, le français, l'italien; l'organe officiel de la Commission est *L'Enseignement mathématique*.

Le Ve Congrès international, tenu à Cambridge en août 1912, a prorogé les pouvoirs de la Commission internationale jusqu'au VIe Congrès qui doit se tenir à Stockholm en 1916. Le Comité central se compose actuellement des trois membres déjà cités et, en outre, de MM. Castelnuovo (Rome), Czuber (Vienne), Hadamard (Paris) et Smith (New-York).

Dans les intervalles des Congrès, des réunions de délégués et de membres des Sous-Commissions nationales ont eu lieu à Bruxelles (août 1910), à Milan (septembre 1911), à Paris (avril 1914); une autre doit avoir lieu à Munich en août 1915. La méthode de travail est la suivante : Des questionnaires sont publiés à l'avance, des rapporteurs généraux réunissent les réponses qui leur sont adressées par les membres des Sous-Commissions nationales organisées en vue de l'enquête relative à chaque question. Les rapports généraux sont imprimés et distribués avant les séances des Congrès ou Conférences dans lesquels ces rapports doivent être lus et discutés. Après la lecture de ces rapports, la parole est donnée, par ordre alphabétique de pays, à un délégué par pays, de façon que les délégués puissent présenter des observations ou des renseignements complémentaires, s'il y a lieu. La discussion générale est ainsi préparée de façon à ce que le temps des séances puisse être utilisé le mieux possible.

II. — Les questions soumises a la Conférence de Paris.

Voici le texte des questionnaires qui ont été publiés dans le numéro du 15 septembre 1913 de *L'Enseignement mathématique*, et qui ont servi de base aux rapports présentés et discutés dans la Conférence tenue à Paris du 1er au 4 avril 1914. Ces questions présentent une certaine connexité, car la question A se rapporte à des programmes organisés de façon à donner le plus tôt possible aux élèves des notions utiles pour tous ceux qui doivent avoir à faire des applications pratiques des Mathématiques, et la question B se rapporte à la préparation des ingénieurs.

Questionnaire pour la Sous-Commission A sur l'introduction des premières notions de Calcul différentiel et integral dans les Ecoles moyennes.

Rapporteur : M. le Professeur E. Beke (Budapest).

Remarques préliminaires. — 1. Le Comité central pose ces questions de manière à être renseigné sur les matières et la méthode d'exposition de cet important chapitre du plan d'études de l'enseignement moyen. Il tient à rappeler à nouveau qu'il ne prend pas parti pour une tendance déterminée, mais qu'il se propose avant tout de mettre en lumière les divers points de vue et les résultats obtenus.

2. Nous entendons par écoles moyennes les établissements de l'enseignement secondaire supérieur désignés sous les noms de lycées, gymnases classiques ou réaux, ou établissements similaires des divers pays.

Il serait utile d'avoir aussi des renseignements sur ce qui se fait dans les écoles normales d'instituteurs, s'il y a lieu.

I. — *Dans quelle mesure a-t-on introduit les premiers éléments de Calcul différentiel et intégral dans les écoles moyennes de votre pays?*

Nous désirons notamment être renseignés sur les points suivants :

a) Le Calcul différentiel est-il limité aux fonctions d'une variable ou considère-t-on aussi des fonctions de plusieurs variables?

b) Quelles sont les fonctions auxquelles on applique le Calcul différentiel?

c) Fait-on du Calcul intégral? Si oui, suivant quel programme?

d) Expose-t on le théorème de Taylor?

e) Intègre-t-on des équations différentielles simples? Lesquelles?

II. — *Quel est le degré de rigueur dont on fait usage dans l'introduction des concepts fondamentaux et dans les démonstrations?*

a) Se contente-t-on d'une introduction géométrique au Calcul différentiel, sans adopter d'une façon expresse la notion de limite, ou utilise-t-on cette notion? Dans l'affirmative, est-ce que l'on présente une démonstration rigoureuse, ou envisage-t-on comme évidents des théorèmes tels que celui-ci : $\lim \frac{1}{a} = \frac{1}{\lim a}$?

b) Fait-on usage des différentielles? Dans l'affirmative présente-t-on le Calcul différentiel comme une sorte de calcul approximatif, ou calcule-t-on avec des infiniment petits comme avec des grandeurs existant effectivement?

c) Dans le théorème de Taylor tient-on compte du reste, ou non?

d) Signale-t-on l'existence de fonctions non dérivables?

e) La notion de nombre irrationnel est-elle présentée sous une forme rigoureuse, ou se contente-t-on de parler seulement occasionnellement des nombres irrationnels, par exemple à l'occasion du calcul des racines?

III. — *Quelles sont les considérations méthodiques que l'on suit dans l'introduction au Calcul différentiel et intégral?*

a) Cette introduction est-elle déjà préparée dans les classes précédentes par une étude appropriée des fonctions simples et de leur représentation graphique, de manière que ces nouvelles matières ne constituent pas un supplément au programme, mais comme un chapitre qui se rattache à ce qui a déjà été vu.

b) Emploie-t-on la notation différentielle de Leibniz, ou bien les dérivées et les intégrales sont-elles désignées autrement?

c) Commence t-on l'exposé par le Calcul différentiel ou par le Calcul intégral, ou étudie-t on simultanément les deux?

d) L'intégrale est-elle présentée comme limite d'une somme (intégrale définie) ou comme fonction primitive (intégrale indéfinie)? Si l'on opère des deux manières, dans quel ordre et dans quel lieu expose-t-on ces deux notions?

e) Fait-on usage d'un manuel? Quels sont les ouvrages caractéristiques dont on tient compte? (Indication complète du titre, de l'éditeur et de l'édition).

IV. — *Que les sont les applications du Calcul différentiel et intégral que l'on donne dans ce premier enseignement?* Telles questions d'Analyse, de Géométrie ou de Physique utilisant la notion de limite et qui, par leur importance, se trouvaient déjà partiellement ou entièrement introduites dans l'enseignement, sont-elles maintenant attachées directement à l'étude du Calcul différentiel et intégral, de manière à obtenir un exposé plus économique des matières à étudier?

Nous signalons notamment les points suivants :

a) La théorie des maxima et minima.

b) Si l'on étudie la série de Taylor, quelles sont les fonctions dont on fait le développement en série entière?

c) Au cas où l'on tient compte du reste dans la série de Taylor, fait-on usage des séries entières pour l'interpolation, l'extrapolation ou pour le Calcul des erreurs?

d) Au cas où l'on étudie le Calcul intégral, applique-t-on celui-ci au calcul des aires (par exemple de la parabole, de l'ellipse) et au calcul des volumes?

e) Pour quels concepts fondamentaux de la Mécanique (vitesse, accélération, travail, moment d'inertie, etc.) fait on usage du Calcul différentiel et intégral?

f) De la même manière en Physique, en particulier pour l'optique (courbes enveloppes, etc.), et en Electrodynamique (lignes de force, etc.).

V. — *L'introduction du Calcul différentiel et intégral a-t-elle amené un allégement du plan d'études en supprimant d'autres théories? Dans l'affirmative, de quelle manière?*

VI. — *Quels sont les résultats obtenus par l'introduction du Calcul différentiel et intégral? Est-elle reconnue comme une réforme nécessaire? Dans quelle mesure rencontre-t-elle de l'approbation ou de l'opposition?* En particulier quelle est l'opinion des représentants des Mathématiques et de la Physique?

Si vous avez à signaler d'autres observations ou remarques concernant l'enseignement du Calcul différentiel et intégral, veuillez en faire mention dans votre réponse à cette place.

Quels sont les passages des rapports publiés par votre Sous-Commission concernant la question de l'enseignement du Calcul différentiel et intégral?

Questionnaire pour la Sous-Commission B au sujet de la formation mathématique des Ingénieurs.

Rapporteur : M. le Professeur P. Stäckel (Heidelberg).

I. *Généralités.* — Comment la formation en vue d'une carrière d'Ingénieur est-elle organisée dans l'Enseignement supérieur? — L'entrée aux Ecoles supérieures est-elle précédée d'un enseignement particulier, comme les Mathématiques spéciales en France? — Existe-t-il des établissements particuliers (écoles techniques supérieures) pour l'instruction des élèves ingénieurs, ou n'y a-t-il, dans ce but, que des subdivisions spéciales dans les Universités, ou bien les deux modes existent-ils simultanément? — Une partie de la formation, en particulier la formation mathématique, est-elle commune avec d'autres étudiants, par exemple avec les étudiants en Mathématiques ou en Sciences naturelles?

II. *Nature de l'Enseignement.* — L'enseignement mathématique vise-t-il une formation générale et est-il identique pour les étudiants des diverses branches techniques, ou bien y a-t-il une séparation suivant les diverses branches et en même temps une adaptation de l'enseignement aux besoins particuliers de chaque catégorie?

III. *Scolarité.* — Combien de temps accorde-t-on à l'instruction mathématique des élèves-ingénieurs? — Existe t-il des cours et travaux pratiques, bien définis par un programme détaillé, dont la fréquentation est obligatoire et contrôlée, ou bien l'enseignement a t-il pour base une liberté universitaire qui, dans certaines limites, laisse aux professeurs le choix des matières et des méthodes, aux élèves le choix des cours et la participation effective à l'enseignement? — Comment traite-t-on les exercices mathématiques?

IV. *Matières et méthodes.* — Jusqu'où pousse t-on l'enseignement des mathématiques aux élèves-ingénieurs? (Dans quelles limites, par exemple, traite-t-on des équations différentielles?) — Jusqu'à quel point pousse-t-on la rigueur dans les définitions et les démonstrations? — Emploie-t-on des modèles et des appareils pour l'enseignement? — Les nouvelles méthodes

d'approximation sont-elles prises en considération? — La formation des étudiants est-elle complétée, pour certaines catégories, par exemple pour les électriciens, par des cours de Mathématiques supérieures? — La Géométrie analytique et l'Analyse supérieure sont-elles traitées séparément ou bien réunies en un grand cours unique qui embrasse tout le Calcul dans les Mathématiques supérieures? — Quelles sont la place et l'importance des méthodes graphiques dans l'enseignement mathématique? — Quel est le développement donné à l'enseignement de la Géométrie descriptive? — Y a-t-il un cours particulier de Mécanique analytique, ou bien la Mécanique est-elle enseignée aux élèves-ingénieurs sous forme de Mécanique appliquée? — Quels sont les rapports de l'Arpentage et de la Géodésie avec les Mathématiques?

V. *Livres.* — Quels sont les ouvrages d'enseignement en usage parmi les étudiants? (Caractériser les ouvrages suivant les points de vue indiqués à la question II.)

VI. *Corps enseignant.* — Les maîtres qui enseignent les Mathématiques sont-ils mathématiciens de carrière? — Sont-ce des mathématiciens purs ou des mathématiciens ayant des connaissances dans une ou plusieurs branches de la Science appliquée? — Sont-ce des ingénieurs autodidactes qui, ne possédant que les connaissances mathématiques qu'ils ont reçues comme étudiants, ont complété eux-mêmes leur instruction?

VII. *Compléments.* — Au cas où vous jugeriez utile d'ajouter des remarques relatives à des sujets qui n'ont pas été signalés dans ce questionnaire, nous vous prions de les placer dans un septième paragraphe. — Veuillez également signaler, dans les publications de votre pays pour la Commission internationale de l'Enseignement mathématique, tous les articles qui ont trait à l'instruction mathématique des élèves-ingénieurs.

VIII. *Statistique.* — Prière de joindre, aux réponses à ce questionnaire, une liste des cours de Mathématiques pour les élèves-ingénieurs qui ont eu lieu dans les principaux établissements de votre pays pendant l'année dernière. (Titre du cours, nombre des heures du cours proprement dit ainsi que des travaux pratiques.)

III. — L'enseignement des éléments du calcul infinitésimal dans les lycées.

Beaucoup d'étrangers, dans les pays desquels se font ou se préparent des réformes de l'enseignement mathématique, s'intéressaient particulièrement à ce qui a été fait en France depuis 1902. Le Comité central avait même, à ce propos, demandé qu'un rapport spécial fût présenté sur l'organisation de l'enseignement du calcul des dérivées et des fonctions primitives dans les lycées de France et sur les résultats obtenus. Ce rapport figure comme annexe au rapport général de M. Beke. Il me paraît opportun de donner ici, sur l'organisation des programmes actuels de nos lycées, quelques détails historiques qui sont trop peu connus du public et qui, cependant, sont intéressants à connaître.

Avant de figurer dans les plans d'études de 1902, les dérivées avaient été enseignées auparavant dans les lycées en dehors des classes de *Mathématiques spéciales*. Des notions sur les dérivées et sur la Géométrie analytique avaient été données dans les dernières classes de l'enseignement moderne et dans les classes préparatoires à l'Ecole de Saint-Cyr. L'introduction de ces notions dans l'enseignement classique avait été réclamée avant la célèbre enquête qui aboutit à la réforme de 1902. Sans entrer dans de trop longs détails, je rappellerai que M. Amigues, représentant des agrégés de mathématiques au Conseil supérieur de l'Instruction publique, écrivait dans un article en date du 15 janvier 1897 : « On devient certainement un autre homme lorsqu'on a acquis les notions de fonction, de dérivée, de courbe, de tangente. »

Et M. Clairin, représentant des agrégés de grammaire au Conseil supérieur, proposait au Congrès de 1900 des professeurs de l'enseignement secondaire ce considérant, qui fut voté *à l'unanimité* : « Le Congrès, considérant que l'enseignement classique doit être un enseignement de culture générale et que les études scientifiques doivent, par conséquent, y tenir une place importante... » Ces citations me semblent devoir être rapprochées de ce qu'écrivait en décembre 1912 M. Castelnuovo, membre du Comité central de la Commission internationale : « Les notions de fonction, de représentation classique, de dérivée, appartiennent aujourd'hui à la *culture générale.* »

Actuellement, il y a dans la plupart des pays une tendance à introduire dans l'enseignement secondaire les notions dont je viens de parler; seulement il faut noter, quelquefois, des hésitations qui résultent de la nécessité d'une mise au point de l'exposition qu'on doit en faire.

Cette mise au point semble obtenue maintenant en France; c'est l'impression des professeurs français de Mathématiques ou de Physique; c'est aussi l'impression de ceux de nos collègues étrangers qui ont étudié les manuels en usage dans les lycées et dont quelques-uns ont visité un certain nombre de nos classes; mais il faut noter que cette mise au point est due, tout particulièrement, aux efforts des professeurs de l'enseignement secondaire et que les programmes actuels diffèrent sensiblement des programmes de 1902. Ceux-ci avaient été rédigés et votés un peu hâtivement. M. Gréard, alors vice-recteur de l'Académie de Paris, l'avait fait observer au Conseil supérieur et avait demandé vainement une étude plus approfondie. En outre, les professeurs de l'enseignement secondaire et les inspecteurs généraux n'avaient guère pu faire entendre leurs avis. Pour préciser sans être trop long, je vais citer ici quelques lignes, bien significatives, d'une allocution lue au printemps de 1904 par M. Blutel, représentant des agrégés de mathématiques au Conseil supérieur de l'Instruction publique et depuis inspecteur général de Mathématiques, devant une cinquantaine de collègues sans rencontrer de contradicteurs :

« La faillite de certaines parties de notre ensei-

gnement me paraît fatale si les programmes actuels sont conservés intégralement. Si nous ne pouvons l'empêcher en faisant accepter les rectifications que nous croyons justes, ayons au moins le mérite de l'avoir prévue et dégageons notre responsabilité. Cela ne nous sera pas inutile le jour où l'on établira le bilan d'une entreprise à laquelle nous eussions collaboré avec plus de joie (je ne dis pas avec plus d'ardeur) si notre activité eût été sollicitée plutôt que réglementée. »

La collaboration des professeurs ayant été acceptée par M. Tannery et M. Appell, de nouveaux plans d'études furent discutés dans des groupements universitaires non officiels qui préparèrent le travail à une Commission officielle. Celle-ci fit les *retouches* de 1905, qui, notamment, ramenaient à la classe de Mathématiques un programme de Cinématique prématurément introduit en Première. Les *retouches* de 1905 ont été suivies de quelques autres, dans le détail desquelles il ne me semble pas utile d'insister ici. Et actuellement l'enseignement des éléments de Calcul différentiel et intégral dans nos lycées semble bien gradué. C'est ce que concluait le rapport spécial annexé au rapport de M. Beke. Je pense en avoir assez dit pour qu'on puisse se rendre compte bien exactement des conditions dans lesquelles cet heureux résultat a été obtenu.

IV. — La préparation mathématique des ingénieurs.

Je serai très bref sur ce qui touche cette question parce qu'on verra plus loin la conférence faite par M. d'Ocagne et le rapport général de M. Staeckel. Je voudrais simplement indiquer quelques observations présentées au cours des discussions, qui m'ont paru particulièrement intéressantes. On trouvera d'ailleurs des comptes rendus détaillés de ces discussions dans le numéro de *L'Enseignement mathématique* en date du 15 mai 1914.

On a discuté longuement les divers régimes d'organisation : enseignement par les Universités avec l'Institut technique, ou enseignement par des Ecoles techniques supérieures spéciales. Il est difficile de résumer en peu de mots une pareille discussion, d'autant plus que des régimes très différents ont existé dans divers pays. Il m'a semblé se dégager surtout de l'ensemble de la discussion ce fait que les ingénieurs estimaient utile, en général, une assez forte culture mathématique, mais qu'on devait distinguer, parmi les jeunes gens se destinant à la carrière d'ingénieur, deux catégories : 1° les ingénieurs ordinaires, qui n'appliquent que des méthodes connues; 2° les ingénieurs qui doivent, en quelque sorte, être les officiers d'état-major de l'industrie, c'est-à-dire ceux qui doivent étudier les questions nouvelles ou difficiles et faire progresser la science et l'art de l'ingénieur. Il est difficile de préciser l'outillage mathématique que ces derniers doivent avoir à leur disposition, et alors il semble utile d'avoir dans les écoles ou universités des cours spéciaux facultatifs, comme on en a organisé avec succès à l'Ecole Polytechnique de Zurich.

Des représentants autorisés, soit de l'enseignement supérieur universitaire, soit de l'enseignement des écoles d'application, se sont trouvés d'accord pour constater qu'il y a actuellement quelque peu abus de l'Analyse, et pour regretter que la Géométrie soit trop négligée. Ces regrets seront certainement partagés par bien des professeurs de l'enseignement secondaire. Je crois qu'il est particulièrement important d'appeler sur ces constatations et ces regrets l'attention de tous ceux qui se préoccupent, soit de la culture générale, soit de la préparation à des carrières pratiques; d'ailleurs je ne crois pas, pour ma part, qu'il y ait opposition formelle entre les deux ordres de préoccupation, bien au contraire.

Ch. Bioche,
Professeur au Lycée Louis-le-Grand.
Délégué à la Commission internationale de l'Enseignement Mathématique.

LE ROLE DES MATHÉMATIQUES DANS LES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR [1]

Messieurs,

Sur le sujet que je suis appelé à traiter devant vous, tout a été dit, depuis si longtemps qu'il y a des ingénieurs et qui réfléchissent, et je viens trop tard pour garder quelque espoir de vous apporter du nouveau. Je ne saurais, d'autre part, en cette rapide causerie, tenter d'embrasser tout l'ensemble d'un tel sujet sans me condamner à ne point sortir de généralités qui risqueraient de vous paraître par trop banales. Le mieux me semble donc d'attirer votre attention sur quelques points que je crois particulièrement importants, en m'efforçant de les

[1] Cette conférence a été faite à la Sorbonne le 2 avril 1914, au cours de la séance générale d'ouverture de la *Conférence internationale de l'Enseignement mathématique*.

éclairer d'exemples caractéristiques, choisis parmi bien d'autres qui ne seraient pas d'une moindre valeur.

I

Et, tout d'abord, quand on parle du rôle des Mathématiques dans les sciences de l'ingénieur, il s'agit de s'entendre. Si l'on se borne aux simples besognes de la pratique journalière, on peut évidemment se tirer d'affaire avec du coup d'œil et du bon sens lorsqu'on dispose d'un bagage de connaissances générales suffisant pour être à même, en s'inspirant d'exemples antérieurs, d'approprier à l'objet que l'on a en vue les schémas et les formules qui se rencontrent dans les recueils spéciaux. Encore convient-il, en pareil cas, de n'être pas absolument novice dans le maniement de l'outil mathématique, et notamment, pour ne l'indiquer que d'un mot, dans l'emploi des méthodes graphiques qui sont, pour les techniciens de toute spécialité, d'un si puissant secours et dont la pleine intelligence suppose une sérieuse initiation géométrique.

Autre chose est non plus de savoir se servir d'une formule, mais d'être en mesure, par une juste critique, d'en apprécier la valeur et, si besoin est, d'en proposer une nouvelle; non plus seulement d'appliquer correctement certaines solutions connues de problèmes anciennement posés, mais, lorsqu'elles sont jugées insuffisantes, de les améliorer de façon à serrer les faits de plus près, et, plutôt encore, d'en découvrir d'originales en vue de problèmes nouveaux, tâches auxquelles tout véritable ingénieur doit avoir à cœur de mettre la main. Or, pour y réussir, il ne suffit pas toujours d'avoir — ce qui, d'ailleurs, est indispensable — un sens pénétrant de la réalité; il y faut encore souvent le concours intelligemment mis en œuvre de la théorie la plus avancée. Il peut même arriver qu'à ce point de vue le rôle de la théorie soit prédominant. Parmi tant d'exemples que j'en pourrais citer, je me bornerai à vous rappeler celui qui nous est offert par le problème de la télégraphie sous-marine, résolu par Lord Kelvin au moyen de la pure théorie. C'est, en effet, vous le savez, d'une étude mathématique que l'illustre physicien de Glasgow a déduit les conditions pratiques de fonctionnement d'une ligne télégraphique sous-marine. Il a montré, en particulier, que, pour éviter la confusion à l'arrivée des signaux expédiés, il était utile de faire suivre toute émission de courant d'une émission égale et contraire qui ramène la ligne à l'état primitif. D'ailleurs, l'étude du même système d'équations linéaires aux dérivées partielles permet encore de discuter les conditions de fonctionnement des lignes de transport de force à grande distance.

D'une manière générale, et quel que soit l'objet auquel s'applique son activité, l'ingénieur doit faire concourir des phénomènes d'ordre mécanique et physique à la réalisation de certains ensembles matériels répondant à des conditions données d'équilibre et de résistance, ou à la production de certains effets dynamiques. C'est assez dire que l'expérience se trouve nécessairement à la base de toutes ses spéculations, et la question qui se pose pour lui, relativement à l'utilité de l'emploi des Mathématiques, est à peu près la même que pour le physicien, à cette différence près toutefois — elle est d'ailleurs capitale — qu'à l'encontre de celui-ci, qui a le sentiment de ne jamais atteindre à une assez grande précision, il peut, lui, dans la plupart des cas, se contenter d'une approximation assez grossière. Mais cette différence ne se fait sentir que dans la limite jusqu'où il convient de pousser le développement des calculs; elle n'intervient pas pour établir une sorte de départ entre les principes mathématiques utilisables dans un cas ou dans l'autre. Pour l'ingénieur comme pour le physicien, le rôle des Mathématiques consiste à fournir une interprétation rationnelle de faits réductibles à la notion de mesure, et la question qui se pose est de savoir jusqu'à quel point la théorie de forme mathématique est susceptible de servir de guide dans ce que je vous demanderai la permission d'appeler le débrouillement des faits expérimentaux.

Remémorons-nous ici, Messieurs, le mot célèbre de Bacon : « Si les expériences ne sont pas dirigées par la théorie, elles sont aveugles : si la théorie n'est pas soutenue par l'expérience, elle devient incertaine et trompeuse. » Cette pensée a été renouvelée récemment, sous une forme pittoresque et frappante, par M. l'Ingénieur en Chef de la Marine Marbec, au cours d'une remarquable conférence dans laquelle il a mis en lumière, aux yeux des élèves de l'Ecole Polytechnique, la part qu'ont eue simultanément la théorie et la pratique dans l'invention de cet engin merveilleux qui a nom le sous-marin : « La pratique, dit M. Marbec, donne la connaissance des faits, la théorie donne le moyen d'en tirer les conséquences lointaines. Un mécanicien complet doit posséder les deux.

« Elles sont entre elles comme le sens de la vue et celui du toucher. Le sens du toucher est bien borné, la vue nous donne du monde une notion bien plus claire et plus étendue, et pourtant, quand ces deux sens sont en désaccord, c'est au premier que va notre confiance. Ce que la vue annonce et le toucher dément, nous l'appelons illusion et mirage. C'est aussi ce qu'il faut faire pour la théorie et la pratique. Mais discuter comme on le fait trop souvent, en les opposant l'une à l'autre, comme si l'on

devait être fatalement privé de l'une ou de l'autre, c'est, en somme, discuter sur les inconvénients comparés de deux infirmités. Cette discussion est d'un intérêt médiocre pour les gens bien portants.

« On n'a le droit de déclarer une chose inutile ou superflue que si on la possède réellement et si on n'a jamais ressenti le besoin de s'en servir, sinon on n'est pas de bonne foi.

« Le praticien et le théoricien, dans le mauvais sens des mots, sont deux infirmes qui ne veulent pas convenir de leur infirmité. Ce sont, du reste, des infirmités fort répandues. Il faut vous proposer de n'être pas infirmes. »

II

Examinons maintenant d'un peu plus près, à la lumière de quelques exemples, quels genres de services les Mathématiques sont susceptibles de rendre à la Technique.

Tout d'abord — et bien que cela s'écarte peut-être un peu de ce qui fait, en réalité, le fond de mon sujet — il n'est pas indifférent de rappeler que la théorie mathématique a parfois suggéré la découverte de faits expérimentaux qui se sont montrés pour le technicien d'une utilisation immédiate. Il suffit, sur ce point, d'évoquer la genèse des ondes hertziennes nées du besoin de soumettre au contrôle de l'expérience les conséquences de la théorie toute mathématique des ondes électromagnétiques que l'on devait à l'étonnant génie de Maxwell. Je rappellerai aussi que, contrairement à ce qu'a pu croire, à une certaine époque, Joseph Bertrand, la théorie mathématique a permis à Green de révéler diverses lois de l'Electrostatique antérieurement à l'époque où Faraday les a mises en lumière par la voie expérimentale.

Dans un ordre d'idées en corrélation peut-être plus étroite avec ce qu'on est dans l'habitude de considérer comme de la technique, niera-t-on la répercussion qu'a eue le développement de la Thermodynamique sur les perfectionnements réalisés dans la construction et l'emploi industriel des machines thermiques? Or, il semble bien difficile que l'on puisse atteindre à la pleine compréhension des principes si délicats de la Thermodynamique sans une forte éducation mathématique.

Mais, là même où les constatations de l'expérience ont devancé les déductions de la théorie, ne rencontrons-nous pas bien des questions sur lesquelles pendant longtemps nos connaissances restent, en quelque sorte, à l'état stagnant, jusqu'à ce qu'enfin l'emprise exercée sur elles par la théorie mathématique vienne brusquement en provoquer l'essor? Les longues et patientes recherches de M. Boussinesq, prolongeant si heureusement celles de Barré de Saint-Venant, fourniraient, dans le domaine de l'Elasticité et dans celui de l'Hydrodynamique, de nombreuses occasions d'illustrer cette manière de voir.

Le problème de la propagation des ondes liquides dans les tuyaux élastiques, auquel M. Boulanger a consacré récemment une étude magistrale, est caractéristique à cet égard. Longtemps, la solution de ce problème est restée indécise, faute d'une base mathématique suffisante. Elle est pourtant d'un intérêt capital pour l'ingénieur hydraulicien, à qui elle fournit la clef du phénomène bien connu sous le nom de *coup de bélier*; et l'on n'ignore pas l'importance qu'offre ce phénomène au point de vue des grandes conduites d'alimentation des usines hydroélectiques par suite des complications qu'il entraîne pour la régulation des turbines. Or, on sait maintenant que ce problème se ramène à l'étude d'une intégrale discontinue d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, du type hyperbolique. Nul doute que la discussion de la question, poursuivie à la lumière de cette théorie, ne conduise sur le terrain expérimental et, par voie de conséquence, sur celui des applications, aux inductions les plus fécondes.

De même la théorie moderne des explosifs n'a pu se développer, entre les mains d'Hugoniot, de M. Chapman, de M. Jouguet, qu'en prenant son point de départ dans la notion purement analytique des ondes de choc, due à Riemann.

D'ailleurs, et c'est encore là un avantage à l'actif des Mathématiques, la traduction analytique des lois physiques est de nature, en certains cas, à faire apparaître des liens tout d'abord insoupçonnés entre des questions se référant à des objets distincts et de permettre, par suite, de les faire progresser parallèlement. A cet égard, il est curieux de constater l'analogie, signalée par M. Boulanger, dans l'étude à laquelle je viens de faire allusion, entre ce problème du coup de bélier et celui du choc longitudinal des tiges prismatiques, traité en détail par Saint-Venant, MM. Flamant et Boussinesq et où se rencontre une intégrale toute pareille.

Le domaine de l'Électrotechnique est particulièrement fécond en exemples où l'on voit s'éclairer certaines questions techniques grâce à la lumière qu'y projettent les Mathématiques supérieures. Je citerai notamment l'explication donnée en 1911 par M. Boucherot des surintensités très fortes constatées lors des courts-circuits d'alternateurs, d'où il a déduit les précautions à prendre pour limiter ces surintensités. Ici, la solution dépend d'équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions sinusoïdales du temps dans le cas d'alternateurs monophasés, équations dont l'intégration n'a d'ailleurs pu être obtenue

que par la voie des approximations. Dans le cas de systèmes polyphasés, un changement de variables ramène les coefficients à être constants.

Je citerai encore l'étude de l'effet Kelvin (*skin-effect*) dans les conducteurs massifs en courants alternatifs, qui conduit à intégrer des équations aux dérivées partielles ; et il s'agit bien là d'une question offrant un intérêt pratique puisqu'elle intervient, en particulier, dans le calcul de la résistance apparente des rails pour la traction monophasée. Dans le cas de conducteurs cylindriques, la solution dépend des fonctions de Bessel, dont l'importance s'affirme chaque jour davantage à propos de maintes applications physiques et mécaniques comportant l'intégration d'équations aux dérivées partielles du second ordre, en même temps que celle des fonctions sphériques et de leurs congénères.

Je ne veux d'ailleurs pas quitter le terrain de l'Électrotechnique sans ouvrir une parenthèse pour signaler les services qu'y rend le calcul des quantités imaginaires, alors, sans doute, que les premiers inventeurs de cette doctrine n'avaient pas dû en prévoir ce genre d'utilisation. C'est là un nouvel exemple (à joindre à celui si souvent invoqué de la théorie des sections coniques dans ses rapports avec celle des mouvements planétaires) de l'intérêt que peut prendre, à un moment donné, au point de vue des applications mécaniques ou physiques, un sujet d'abord uniquement envisagé *in abstracto* par les purs mathématiciens.

Dans le même ordre d'idées, c'est du développement des théories mathématiques de l'Élasticité et de l'Hydrodynamique que l'on doit attendre la mise au point des sciences techniques connues sous les noms de *Résistance des matériaux* et d'*Hydraulique*, qui sont restées pour ainsi dire en enfance tant que, faute de mieux, elles n'ont été tributaires que des seules Mathématiques élémentaires, et dont le progrès commence à s'accuser depuis qu'y ont pénétré les premiers rayons de théories mathématiques plus élevées.

Je ne puis à cet égard me dispenser de rappeler les belles recherches de MM. Eugène et François Cosserat sur la théorie générale des corps déformables, non plus que les profondes leçons de M. Hadamard sur la propagation des ondes et les équations de l'Hydrodynamique. Certes, il reste encore à faire pour que ces difficiles théories atteignent la région des faits sur lesquels s'exerce directement l'activité de l'ingénieur; mais il n'est pas douteux qu'elles n'ouvrent, dès maintenant, des horizons nouveaux vers lesquels il est intéressant que se portent les regards du technicien.

N'avons-nous pas déjà vu les applications de la théorie de l'élasticité à des problèmes comportant des vérifications expérimentales conduire M. Volterra à montrer le rôle de l'*analysis situs* et des *équations intégro-différentielles* dans des problèmes bien voisins de ceux de la technique?

Si l'on en est encore à constater la lenteur avec laquelle se développe la théorie de l'aviation, c'est sans doute que la voie à suivre pour y réaliser de vrais progrès est toute hérissée d'obstacles tenant à ce que nous sommes encore incapables de résoudre les problèmes généraux que pose le mouvement d'un solide dans un fluide. A la vérité, des cas simples ont été abordés par Helmholtz et Kirchhoff, d'autres plus complexes par MM. Greenhill, Levi-Civita, Villat, et il convient de noter qu'ils offrent des applications très délicates et très difficiles de deux doctrines de haute analyse, celle de la *représentation conforme* et celle des *fonctions elliptiques*. Cela permet de présumer à quel niveau des sciences mathématiques se rencontreront les notions à faire intervenir dans les cas généraux. Il faut espérer que, de ce côté-là aussi, les progrès de la théorie, étayés, bien entendu, de résultats expérimentaux, finiront par déchirer les voiles qui nous dérobent encore le mystère de ces phénomènes extrêmement compliqués.

III

Je viens, à diverses occasions, de signaler les intuitions auxquelles nous peut conduire la théorie mathématique sans cependant nous permettre d'atteindre le but extrême visé par la technique. Même borné à cela, le rôle de cette théorie n'est pas négligeable en ce sens qu'elle nous met à même d'effectuer, grâce, s'il le faut, à quelques hypothèses simplificatives, ce que je serais tenté d'appeler une *analyse qualitative des phénomènes* qui intéressent le technicien, à défaut de l'*analyse quantitative* qui répondrait pleinement à ses besoins. L'ingénieur ne saurait toutefois se contenter de cela. Il lui faut, en fin de compte, pour arrêter les dispositions d'un projet, aboutir à une décision ferme, et si la théorie est impuissante à la lui dicter, c'est aux données de l'expérience, recueillies indépendamment de toute théorie *a priori*, qu'il ira les demander. Le rôle des Mathématiques va-t-il s'arrêter ici? Je ne le crois pas; et, pour ne point vous cacher le fond de ma pensée, c'est, au contraire, à cette occasion que, pour la grande majorité des ingénieurs, il me semble devoir prendre le plus d'importance.

Il s'agit alors, en effet, de mettre en œuvre ce qui ressort de l'expérience pour édifier, à défaut d'une théorie purement rationnelle, au moins une sorte de synthèse, de forme encore mathématique (car il faut bien qu'elle se traduise par des for-

mules), mais ne résultant plus, par voie de déduction logique, de principes empruntés aux seules sciences théoriques. C'est là une besogne bien plus délicate et qui exige un sens mathématique bien plus aiguisé qu'on ne serait d'abord tenté de le croire.

Sans doute, quelques ingénieurs, uniquement soucieux de cette pratique tout à fait courante dont je parlais en commençant, estimeront-ils que, pour cette mise en œuvre des données de l'expérience, il suffit de quelques moyens de fortune empruntés aux Mathématiques les plus élémentaires. Je me permettrai de dire que je ne suis pas de cet avis. En se limitant de la sorte dans le mode d'expression des faits expérimentaux, on risque de n'avoir pas la possibilité, en bien des cas, de les serrer d'assez près. De là, ces formules purement et simplement empiriques, qui se rencontrent encore aujourd'hui en si grand nombre dans les aide-mémoire à l'usage des ingénieurs, sans aucune indication ni de leur origine, ni des limites entre lesquelles on peut les tenir pour valables, et que je ne serais pas loin de regarder comme un scandale dans le domaine des sciences techniques. Il ne faudrait, au reste, pas croire que le manque de toute véritable signification soit le moindre de leur défaut. Elles risquent bien souvent de devenir un réel danger. Je ne suis pas, tant s'en faut, le premier à en faire la remarque. Au Congrès international des Mathématiciens tenu à Rome en avril 1908, un grand constructeur italien, M. l'inspecteur général du génie civil Luiggi, n'a pas craint de s'exprimer ainsi : « Divers graves mécomptes rencontrés au cours de certaines constructions doivent peut-être, avant tout, être imputés à l'insuffisance des formules employées ».

C'est que, il faut bien le dire, telles de ces formules empiriques, obtenues par de simples tâtonnements que n'est venue étayer aucune considération théorique, peuvent être totalement dépourvues de valeur dans des cas qui s'écartent tant soit peu de ceux à l'occasion desquels elles ont vu le jour. Et l'on risque d'être ainsi conduit à faire inconsciemment, en quelque sorte, des extrapolations aboutissant à des conclusions entièrement erronées.

En vue de l'adaptation des résultats de l'expérience à la prévision de certains faits du domaine de la technique, les Mathématiques peuvent intervenir utilement pour fixer le mode rationnel d'expression analytique auquel il convient de recourir; la détermination des valeurs numériques à adopter pour les coefficients sera ensuite tout ce que l'on demandera à l'empirisme. C'est là un cas analogue à celui qui se présente pour la prévision des marées; le principe de la gravitation universelle, joint à la théorie du potentiel, permettant de prévoir la forme du développement de la hauteur de la marée, les propriétés de la série de Fourier conduisent à la détermination, par l'analyse harmonique, des valeurs numériques des coefficients d'après le relevé expérimental de la courbe des hauteurs pendant un certain intervalle de temps. Il est inutile d'insister sur l'impossibilité où l'on se serait trouvé, par de simples tâtonnements et en l'absence de toute base théorique, de parvenir à une expression analytique satisfaisante des variations, d'allure compliquée, que révèle un tel enregistrement expérimental.

Des occasions de procéder de la même façon pourraient se rencontrer dans toutes les branches de la technique. Je me bornerai à rappeler ici la remarquable étude publiée par M. l'inspecteur général des ponts et chaussées Jean Résal sur le calcul des hourdis en béton armé, qui est un modèle à suivre pour l'emploi de la théorie mathématique en vue de l'établissement rationnel de formules à coefficients empiriques, là où la théorie seule ne peut être poussée jusqu'au point où ses résultats deviendraient immédiatement utilisables en pratique.

M. Jean Résal, dont l'autorité comme constructeur ne saurait être contestée par personne, est de ceux qui font la guerre aux formules « dénuées de tout fondement et sans rapport aucun avec la vérité » ; c'est là sa propre expression. Il proteste notamment contre la tendance, qui s'accuse bien souvent chez les tenants du strict empirisme, de ramener de préférence toute représentation à la forme parabolique, alors parfois que des nécessités logiques en imposent d'autres, comme il a eu l'occasion de le signaler à propos de la variation du poids des ponts métalliques avec leur portée, qui doit, ainsi qu'il l'a montré, revêtir nécessairement une forme hyperbolique.

A mon tour, je me permettrai de formuler cette interrogation : l'ingénieur, homme de progrès, peut-il vraiment se résigner à n'avancer, en quelque sorte, qu'à tâtons, sans chercher à pénétrer le sens des phénomènes ayant pour siège les systèmes matériels sur lesquels il opère?

Si, comme M. Marbec en a déjà fait la remarque, son lot n'est pas de penser sans agir (ce à quoi, si tel est son goût, peut se borner le pur mathématicien enfermé dans sa tour d'ivoire), il ne peut être non plus d'agir sans comprendre.

Abdiquer entre les mains des seuls mathématiciens de profession le soin de faire avancer l'application des théories rationnelles aux divers objets techniques qui le sollicitent, serait de sa part une lourde erreur. Pour contribuer efficacement au progrès d'une doctrine embrassant un certain en-

semble de faits positifs, il faut, dans l'ordre de ces faits, avoir, comme on dit, mis la main à la pâte. Le mathématicien qui n'est pas, comme le technicien, talonné par les exigences de la pratique, aura fatalement une tendance, séduit qu'il sera par l'intérêt propre des développements analytiques rencontrés en chemin, à se laisser aller à faire de l'art pour l'art. Tout au moins, ses habitudes d'esprit l'inciteront-elles, presque fatalement, à pousser les approximations bien au delà des limites dont l'expérience a appris au technicien qu'il y avait lieu de se contenter.

On ne peut exiger du pur mathématicien qu'il ait, au même degré que le technicien, la hantise du but concret à atteindre, et je n'hésiterai pas à ajouter que, s'il en était ainsi, ce serait grand dommage. Si, en effet, le mathématicien peut, et avec grand avantage, puiser de fécondes suggestions dans l'évolution des sciences physiques, il ne faudrait pas que l'essor de sa pensée se trouvât entravé du fait de préoccupations trop strictement utilitaires qui pourraient en alourdir le vol. Le culte désintéressé de la science, si noblement, si magnifiquement célébré par Henri Poincaré, doit rester la loi du pur mathématicien dont les découvertes ne tirent pas leur importance d'une utilisation pratique plus ou moins immédiate, ce qui lui permet de les poursuivre avec plus de hardiesse et plus de liberté.

Il serait infiniment regrettable qu'il se trouvât détourné par d'autres devoirs du rôle magnifique qui lui incombe, qui est de nous entraîner vers des régions de plus en plus élevées du domaine accessible à la raison pure.

En se livrant au labeur qui est le sien, il contribue d'ailleurs pour sa part au progrès général de la science appliquée parce qu'il élargit le cercle de notre pensée et qu'il fournit à son expression des formules plus souples et plus compréhensives.

Mais il faut que l'ingénieur, qui aura, lui, à faire concourir les ressources empruntées au mathématicien au perfectionnement des théories qui dominent son art, reste en état de comprendre la langue que parle ce mathématicien. Et cela exige que le plus grand nombre possible d'ingénieurs (dont l'esprit, suivant le mot de Pascal, n'y pourra d'ailleurs gagner qu' « une vigueur toute nouvelle ») reçoivent une éducation mathématique suffisante pour rester capables de suivre, fût-ce même d'un peu loin, le mouvement de la science, de saisir le sens de ses nouveautés, d'en apprécier la portée possible aux divers points de vue qui les intéressent, et, le cas échéant, d'en réaliser eux-mêmes, sans maladresse, l'adaptation aux fins pratiques qu'ils se proposent d'atteindre.

Maurice d'Ocagne,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,
Professeur à l'Ecole Polytechnique
et à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

LA PRÉPARATION MATHÉMATIQUE DES INGÉNIEURS DANS LES DIFFÉRENTS PAYS [1]

Ce n'est pas par hasard que la Commission internationale de l'Enseignement mathématique a inscrit à l'ordre du jour de sa réunion de Paris la question de *la préparation mathématique des ingénieurs*. C'est à Paris, en effet, que se trouve l'Ecole Polytechnique, cette œuvre caractéristique de la première République, institution qui durant cent vingt ans a fait honneur à sa fière devise : Pour la Patrie, les sciences et la gloire.

C'était une idée véritablement nouvelle que celle qui trouve son expression dans la loi de septembre 1794, et qui demandait une éducation théorique uniforme pour tous les jeunes gens désirant entrer dans certains corps militaires ou civils, l'artillerie, le génie, les mines, les constructions navales, les ponts et chaussées, etc. Pour atteindre ce but, on créa à côté des Ecoles spéciales de fondation antérieure telles que l'Ecole des Mines, l'Ecole des Ponts et Chaussées et d'autres, l'Ecole Polytechnique. L'organisation de cette Ecole exerça une influence durable sur l'enseignement des Mathématiques et sur la préparation mathématique des ingénieurs du monde entier.

I

D'une façon générale nous trouvons, relativement à la préparation des ingénieurs, deux systèmes. La plupart des pays ont adopté pour leurs écoles le système d'organisation mis en vigueur au milieu du XIXe siècle à Karlsruhe et Zurich; ce sont les universités techniques, « Technische Hochschulen ». Ce qui caractérise ces écoles, c'est la présence d'une section consacrée aux sciences générales, sur le modèle de l'Ecole Polytechnique, précédant d'autres sections spéciales pour les architectes, les ingénieurs proprement dits et les chimistes. En bien des endroits, on trouve égale-

[1] Résumé du Rapport général présenté à la séance du 3 avril 1914.

ment des sections pour les constructions navales, les mines, les eaux et forêts, l'agriculture et enfin pour la préparation des professeurs de mathématiques et de sciences physiques et naturelles. Dans ces pays, on accorde une grande importance à la réunion des différentes sections en un seul ensemble, car on pense que des écoles spéciales isolées risquent de dépérir, si on les destine surtout à la préparation des fonctionnaires de l'Etat.

Dans le second système, ce sont les universités elles-mêmes, utilisées déjà pour la préparation des carrières libérales, qui se chargent de l'enseignement théorique des ingénieurs. Par la création de nouveaux instituts elles entreprennent également une étude plus étendue de certaines branches techniques. Dans quelques pays, il y a un mélange des deux systèmes.

Quelques-unes des universités techniques ont été d'abord de simples écoles spéciales qui avaient été fondées pour satisfaire les besoins de l'industrie. Ce n'est que peu à peu que ces écoles ont acquis leur rang d'académie et qu'on leur a confié la préparation des fonctionnaires techniques supérieurs de l'État. Ce développement progressif est lié étroitement à la question de la préparation antérieure des étudiants. Ces écoles spéciales étaient généralement pourvues d'écoles préparatoires, dont l'enseignement était organisé en vue des diverses directions à suivre ultérieurement; en outre, il existait des écoles indépendantes pour la préparation des techniciens, comme les écoles professionnelles provinciales en Prusse et les écoles industrielles de Bavière. Il est remarquable que toutes les écoles de cette nature, à part quelques rares exceptions, ont disparu dans le courant du XIXe siècle, quand l'opinion s'est de plus en plus implantée que la préparation aux diverses carrières supérieures doit être toujours précédée d'un enseignement général permettant d'acquérir une éducation qui corresponde à l'état actuel de la culture générale.

Pour les raisons qui viennent d'être signalées, on exige partout, pour l'entrée dans une université technique, la preuve d'une préparation antérieure telle que celle qu'on peut acquérir dans une école moyenne, de sorte que les jeunes gens peuvent commencer leurs études à l'âge de dix-huit ou dix-neuf ans. Dans le cas où une préparation de ce genre ne serait pas prouvée par des certificats officiels, on peut dans bien des pays remplacer ceux-ci par un examen d'entrée qui roule principalement sur les Mathématiques.

En France, l'admission à l'Ecole Polytechnique se fait par voie de concours : les programmes exigent des connaissances importantes en mathématiques spéciales, en algèbre et en géométrie analytique. La préparation à ce concours peut se faire dans une classe de mathématiques spéciales, d'une durée d'un an au minimum, généralement de deux ans, et qui fait suite à la classe de mathématiques élémentaires par laquelle se termine l'enseignement secondaire. D'autres classes de mathématiques spéciales organisées d'une manière analogue préparent à l'Ecole Centrale. En dehors de la France, de semblables dispositions n'existent, semble-t-il, qu'en Portugal.

En Allemagne, on envisage de plus en plus favorablement l'idée d'une transformation de l'enseignement des dernières classes secondaires, afin de permettre aux élèves de manifester plus librement leurs goûts et leurs dons particuliers et de faciliter le passage à la liberté académique des universités.

A cette demande de réformes, il faut ajouter celle des ingénieurs qui voudraient qu'on fût en droit de supposer connus, dès le début des cours mathématiques et physiques professés dans une université technique, les éléments sous une forme plus large qu'on ne le fait actuellement.

Il existe une opinion extrême qui trouve ses adhérents surtout parmi les ingénieurs mécaniciens; ceux-ci veulent faire disparaître de l'université technique l'enseignement des mathématiques et des sciences physiques, et le renvoyer entièrement aux écoles secondaires. Par exemple le Professeur Riedler à Berlin s'est plaint dernièrement de ce que les universités techniques ne soient pas encore devenues ce qu'elles devraient être, à cause du tort que leur font les cours de sciences pures qui, à son avis, ne servent qu'à combler les grosses lacunes de la préparation antérieure.

Le rapport de la sous-commission suisse s'est exprimé très énergiquement contre l'idée d'une étude méthodique du Calcul différentiel et intégral dans les écoles secondaires. L'université technique, dit-on, ne peut renoncer à reprendre ces sujets depuis le début, car les bases mathématiques qui ont été inculquées dans l'enseignement secondaire aux élèves des écoles réales sont beaucoup trop peu sûres et ne peuvent guère l'être rendues davantage. En outre, la différence de conception et même de notation peut faire naître de la confusion et de l'incertitude. Enfin, l'expérience montre que l'augmentation du champ des Mathématiques dans l'enseignement secondaire se fait au détriment des éléments, c'est-à-dire de l'algèbre, de la trigonométrie et de la géométrie analytique, et est par suite, en partie, la cause du peu de sûreté dont les élèves font souvent preuve en ces branches.

Dans la séance du mois de décembre 1913, la Commission de l'enseignement technique, constituée par l'Association des ingénieurs allemands, qui durant ces trois dernières années a examiné la

question de l'enseignement technique sous toutes ses faces, a formulé une résolution qu'il importe de signaler. D'après celle-ci, on doit exiger de la part des nouveaux étudiants, outre la sûreté et l'habileté dans l'usage des Mathématiques élémentaires, une connaissance approfondie, acquise par une pratique assez longue, des notions de variation des grandeurs et des fonctions, y compris la représentation graphique des relations fonctionnelles, ainsi que les notions de dérivée et d'intégrale appliquées à des exemples simples et clairs. Par contre, l'étude systématique du Calcul infinitésimal est réservée expressément à l'université.

II

Il peut arriver qu'une grande partie des ingénieurs qui proviennent des universités, une fois dans la pratique de leur métier, se servent peu des Mathématiques supérieures. Par exemple, dans un questionnaire envoyé aux anciens élèves du Sibley College de la Cornell University à Ithaca, environ la moitié de ceux-ci déclarèrent ne pas faire emploi des Mathématiques supérieures dans leurs occupations actuelles. Or, tout ingénieur scientifique ne doit pas seulement savoir utiliser les lois et les formules fondamentales, mais aussi les comprendre. Il doit être en état de suivre les progrès de la science. Il doit être capable de faire face avec succès aux nouvelles tâches qui lui incombent. Pour cela, il ne suffit pas d'un entraînement mathématique lui permettant simplement de résoudre quelques problèmes correspondant à l'état actuel de la technique. Enfin, l'enseignement mathématique dans les universités techniques a aussi pour but de développer et de fortifier la pensée abstraite.

Les professeurs de mathématiques, de même que la grande majorité des ingénieurs dans tous les pays civilisés, sont d'avis que l'enseignement de cette branche doit avoir pour but un développement général méthodique. C'est pourquoi on ne saurait recommander d'établir, lors des débuts de l'enseignement mathématique, une séparation des étudiants suivant les différentes branches, c'est-à-dire d'organiser des cours spéciaux pour les ingénieurs constructeurs, les ingénieurs mécaniciens et les ingénieurs électriciens; par contre, on tiendra compte plus tard des besoins particuliers des diverses sections à l'aide de cours complémentaires facultatifs. Il faut encore remarquer qu'il en est autrement pour les architectes; l'enseignement mathématique a pour eux moins d'importance; il est presque partout séparé de celui des ingénieurs, quelquefois même il est complètement supprimé.

Ce principe, d'après lequel les futurs ingénieurs doivent recevoir une éducation mathématique générale, n'est pas en opposition avec la nécessité de tenir compte, dans l'enseignement, de la carrière à laquelle les jeunes gens se destinent. En effet, on a essayé, non sans résultat, de donner dès le début à l'enseignement mathématique une teinte technique, c'est-à-dire de le mettre en relation avec les applications des sciences de l'ingénieur. C'est là un des grands problèmes non encore résolus de la méthodologie universitaire.

Une des difficultés de sa résolution réside dans le fait que plus d'un professeur de mathématiques ignore ces relations et qu'il y en a qui ne s'y intéressent pas du tout. Nous aurons à revenir sur cette circonstance en parlant de la préparation et du choix des professeurs de mathématiques pour les universités techniques; disons déjà, toutefois, que rien ne serait plus funeste que de confier l'enseignement mathématique à des professeurs qui connaissent bien ces relations, mais qui ne possèdent pas à fond les Mathématiques elles-mêmes.

III

On se rend compte par ce qui précède de la grandeur de la tâche qui incombe aux mathématiciens dans les universités techniques. L'accomplissement de cette tâche leur est encore rendu plus difficile par le peu de temps dont ils disposent presque partout.

C'est en Italie qu'on consacre le plus de temps à l'enseignement mathématique. Ici, pendant les deux premières années, de beaucoup la plus grande partie du temps est affectée aux Mathématiques; puis viennent des études techniques d'une durée de trois ans, et non pas de deux ans comme dans la plupart des autres pays.

Jusqu'en 1890 les Mathématiques jouissaient, dans la plus grande partie des autres pays, des mêmes avantages qu'actuellement en Italie. Le mouvement impétueux qui, à cette époque, entraînait des réductions des études mathématiques, devait en partie son origine au puissant développement des sciences de l'ingénieur; l'enseignement de ces sciences prenant une grande envergure, il a fallu leur créer plus de place dans les universités techniques.

On fit encore valoir en faveur d'une réduction des heures destinées aux Mathématiques le fait que le caractère des écoles techniques supérieures s'était complètement transformé, et que seuls les jeunes gens ayant complètement terminé l'école secondaire y étaient admis comme étudiants. On pouvait donc leur supposer une meilleure préparation et par conséquent, économiser du temps dans les cours théoriques.

Si l'on ne peut nier la valeur de ces motifs, il faut cependant reconnaître que le caractère plutôt

uniforme des deux premières années d'études, consacrées autrefois essentiellement aux Mathématiques et aux Sciences physiques, présentait de gros avantages sur l'état actuel. Sans doute on a bien fait d'introduire, dès le début, les étudiants dans les sciences de l'ingénieur. Mais en exigeant déjà, pendant les deux premières années, l'étude approfondie d'une série de branches très différentes de ces sciences, on a produit une sorte d'éparpillement de l'intérêt, qui porte préjudice au rendement de l'enseignement dans toutes les branches, mais, avant tout, au rendement de l'enseignement des Mathématiques, pour lequel une certaine concentration de l'esprit est indispensable. Une plus grande diminution du nombre d'heures équivaudrait à expulser les Mathématiques et les mathématiciens des universités techniques et détruirait ces liens et cette collaboration qui, durant des siècles, se sont montrés de la plus haute utilité pour les deux parties.

Dans le courant des dix dernières années, la situation des Mathématiques dans les universités techniques s'est améliorée, et cela pour deux raisons.

Tout d'abord, la technique moderne s'est peu à peu tellement diversifiée que les universités techniques ne peuvent plus prétendre à faire de leurs élèves des ingénieurs accomplis, versés dans toutes les branches spéciales, ou, comme on l'a dit, à former des spécialistes universels. L'industrie et ceux qui la dirigent demandent plutôt des ingénieurs possédant une instruction générale solide pouvant être utilisée au point de vue technique.

En second lieu, les sciences de l'ingénieur réclament de plus en plus l'aide des Mathématiques. Tandis qu'autrefois les méthodes classiques, qu'on trouve déjà dans leurs parties essentielles dans les traités d'Euler, suffisaient, on y a ajouté actuellement, pour citer quelques exemples, la nomographie de M. d'Ocagne et les méthodes d'approximation graphiques et numériques de M. Runge; on ne peut guère non plus se dispenser d'initier les étudiants à la théorie des vecteurs.

On admet en général que la connaissance du Calcul différentiel et du Calcul intégral élémentaire, c'est-à-dire l'étude de la différentiation et de l'intégration des fonctions élémentaires avec leurs applications les plus simples, ne suffit plus pour les ingénieurs. La Commission allemande de l'enseignement technique demande, dans ses « résolutions de décembre 1913 », que les étudiants soient en état de traiter par les Mathématiques des questions comme le flambement, le support élastique, les plaques tournantes et les vibrations provoquées par des forces extérieures. Mais cela n'est guère possible qu'à la suite d'une solide instruction dans les équations différentielles. Cependant, il ne s'agit pas ici de cette étude scolastique des équations différentielles où l'on s'occupe, comme au XVIIIe siècle, des équations qui se ramènent à des fonctions élémentaires ou à des quadratures. Ce qu'il faut aux futurs ingénieurs, ce sont plutôt les méthodes graphiques et numériques d'intégration des équations différentielles qui se sont développées pendant le dernier tiers du XIXe siècle. Le temps viendra où ces méthodes se relieront aux méthodes de la théorie des fonctions qui permettent de déduire les propriétés d'une fonction de l'équation différentielle qui la définit, et d'en tirer des représentations qui facilitent l'étude numérique de la fonction, alors que l'ancienne méthode du développement de Taylor limité à ses premiers termes échoue. C'est là un domaine dans lequel les mathématiciens pourront rendre de grands services aux ingénieurs, ce qui légitimera une fois de plus le rôle important qu'ils jouent dans les universités techniques.

Actuellement on ne s'occupe de ces nouvelles méthodes d'intégration que dans peu d'établissements. Il semble cependant qu'il se prépare un revirement à cet égard; mais la réalisation exigera un temps considérable.

IV

Un des plus importants parmi les grands problèmes de l'enseignement technique supérieur est celui de la préparation d'une nouvelle génération de professeurs aptes à enseigner les Mathématiques dans les universités techniques dans le sens moderne. Une demande réitérée des ingénieurs, formulée encore en 1913 par la Société des ingénieurs autrichiens, est que l'enseignement mathématique dans les universités techniques soit confié exclusivement à des ingénieurs, alors qu'il se trouve maintenant, à quelques rares exceptions près, entre les mains des mathématiciens. Pour plus d'une raison, il est à présumer qu'il en sera ainsi pendant bien longtemps encore. Les jeunes gens qui se destinent aux carrières techniques ont généralement le goût d'une carrière pratique et sont peu aptes à l'enseignement. Ceux, du reste, qui se proposent d'embrasser la carrière peu lucrative de professeurs universitaires trouvent leur emploi dans les différentes sections techniques. En outre, les connaissances acquises par un ingénieur dans le cours normal de ses études ne suffisent pas à le rendre capable de donner un enseignement mathématique utile. Dans les Mathématiques, comme partout ailleurs, le maître doit dominer son sujet; aussi est-il nécessaire qu'il possède une instruction mathématique toute spéciale. Enfin, il faut remarquer que les universités techniques ne

pourront profiter des progrès des sciences mathématiques qui si leurs maîtres sont en contact personnel avec les chercheurs, ou encore mieux s'ils sont eux-mêmes des chercheurs.

Certainement pour pouvoir enseigner les Mathématiques à des ingénieurs, il ne suffit pas d'être mathématicien. Abstraction faite des qualités qu'il faut exiger de n'importe quel maître, et parmi lesquelles figurent en premier lieu un certain enthousiasme pour la science et le talent de faire naître cet enthousiasme chez les élèves, le maître idéal de Mathématiques dans les universités techniques doit non seulement être mathématicien par ses dons naturels et par une instruction soignée, mais encore s'intéresser à la manière de voir des ingénieurs et comprendre ce dont ils ont besoin en fait de Mathématiques. Pour cela, il est nécessaire qu'il se soit occupé des Mathématiques appliquées et qu'il possède une certaine expérience dans ce domaine. Des recherches dans les Mathématiques pures seront les bienvenues, mais elles ne sont pas absolument nécessaires ; à défaut de ces recherches, il faut exiger une activité scientifique bien caracrisée dans le domaine pratique.

L'essentiel pour le maître, c'est d'acquérir les qualités qui viennent d'être citées et qui le rendront apte à son enseignement ; la façon particulière par laquelle il les aura acquises est moins importante. Disons toutefois que la formation d'un professeur de Mathématiques dans une Université technique a généralement pour point de départ les études universitaires de Mathématiques pures et appliquées qui conduisent au doctorat. Il sera avantageux pour lui de passer quelque temps dans une université technique, ou dans une université proprement dite lui fournissant l'occasion d'une pratique plus approfondie des différentes branches des Mathématiques appliquées. Avant d'entrer dans la carrière académique, il pourrait faire un stage dans l'enseignement secondaire, car on y apprend mieux l'art d'enseigner que dans une université ; d'ailleurs, un professeur de l'université devrait connaître par sa propre expérience les établissements d'où proviennent ses élèves. En même temps, ou immédiatement après, le professeur devrait occuper une place de préparateur de Mathématiques ou peut-être être associé à l'enseignement d'un des cours facultatifs supérieurs, suivis par des étudiants désirant approfondir leur instruction au point de vue mathématique ou mécanique.

V

Pendant le dernier siècle, le développement des Mathématiques s'est effectué dans deux directions en apparence opposées. Notre science a été arithmétisée, c'est-à-dire débarrassée de ses parties empiriques et ramenée à ses bases logiques. Mais à côté de cela le domaine des applications a pris une extension énorme ; conformément à la devise de l'Université technique d'Aix-la-Chapelle : *Mens agitat molem*, les Mathématiques méritent d'être considérées comme l'un des plus puissants moyens de l'esprit humain qui dominent l'inertie de la matière. Cette séparation cependant ne doit pas trop s'accentuer. Livrée à elle-même, la théorie pure court le risque de dégénérer en une scolastique stérile, mais d'autre part la déesse de la science refuse sa faveur à celui qui ne regarde qu'à l'utilité. Sachons donc considérer l'ensemble des Mathématiques comme une science uniforme, indivisible, dont les progrès reposent sur les relations vivantes de ses différentes parties et leur action réciproque. Cette pénétration mutuelle des Mathématiques pures et des Mathématiques appliquées doit se faire comme l'indiquait en 1910 à la réunion de Bruxelles notre regretté collègue Bourlet : « Sans rien sacrifier des qualités de rigueur, de logique et de précision qui sont l'apanage des Mathématiques, nous saurons y discerner l'essentiel, y mettre en évidence les moyens les plus propres à préparer les élèves à la compréhension des sciences expérimentales. La limite entre les Mathématiques pures et appliquées n'existe pas, car ces deux sciences, loin d'être séparées, doivent sans cesse s'entr'aider et se compléter. Cette pénétration est le gage d'un progrès certain. »

Lorsque l'enseignement des Mathématiques dans les universités techniques se fera dans cet esprit, nous pourrons avoir confiance dans l'avenir. C'est alors que se réalisera la prévision de M. Tyler : « On peut fonder de hautes espérances sur le développement futur d'une science qui a fait preuve de sa vitalité en face des prétentions diverses des astronomes, des physiciens et des ingénieurs. Les mathématiciens dans les universités techniques feront bien cependant de ne pas exagérer l'importance du rôle que pourront dans cet ordre d'idées jouer les Mathématiques. S'ils apportent leur part de contribution au progrès des Mathématiques, s'ils savent utiliser avec économie et d'une manière efficace le temps restreint dont ils disposent, pour donner aux étudiants de la technique une base solide de connaissances mathématiques et les rendre capables de s'en servir, s'ils cherchent d'une façon intelligente à reconnaître et à satisfaire les exigences mathématiques des diverses branches techniques, s'ils ont en vue l'utilité commune et n'insistent pas trop sur les finesses de leur science, ils sauront maintenir la dignité et l'intégrité des Mathématiques. »

Paul Staeckel,
Professeur à l'Université de Heidelberg.

LA SESSION DU XIIe CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL AU CANADA

Le Congrès géologique international a tenu sa XIIe session l'été dernier au Canada. Pour la troisième fois, il traversait l'Atlantique, et se réunissait dans le nouveau Continent. Le succès n'a pas été moins grand que celui des Congrès précédents; il s'explique par l'intérêt exceptionnel de la géologie du Canada, l'importance de ses ressources minérales et aussi l'attrait que présente aux habitants de l'Europe un pays neuf, dont le développement, extraordinairement rapide, rappelle celui des Etats-Unis, et qui est lié d'ailleurs à la mise en valeur des richesses naturelles.

Pour des Français, ce Congrès avait un intérêt particulier, fait de souvenirs et de liens historiques, dont l'influence est encore si puissante, malgré un siècle et demi de séparation. Disons tout de suite, pour nous débarrasser de cette note fâcheuse, que nous avons été très péniblement surpris de voir la langue française disparaître comme langue officielle au Congrès du Canada. La courtoisie que nous devions témoigner à un pays dont nous étions les hôtes, le souci de ne pas intervenir dans des conflits de langue qui traduisent les conflits de race, nous interdisaient un rappel à l'observation du règlement qui, de la part de Français, était d'ailleurs particulièrement délicat. Il nous est cependant permis de regretter que ce soit précisément dans un pays dont une partie s'est appelée la Nouvelle France, où le français est parlé par plus de 2 millions d'habitants, où la langue française est une langue officielle au même titre que la langue anglaise, que pour la première fois, sans discussion, une autre langue ait été substituée dans les actes officiels du Congrès à la langue française, alors que cette langue, depuis 1878, avait traversé d'un accord unanime les onze Congrès précédents.

Il ne m'a pas été possible de connaître exactement le nombre des membres du XIIe Congrès et surtout de ceux qui ont pris part à la session. Le *Mining Exchange*, dans un numéro paru après le Congrès, parle de 902 membres inscrits, appartenant à 45 pays; 303 délégués représentaient les Gouvernements, Ministères, grandes Académies scientifiques, Services géologiques, Universités, Sociétés géologiques ou minières, etc.

Naturellement, le Nouveau Monde fournissait un large contingent, mais les nations de l'Ancien Continent tenaient une place très honorable. Sur la liste publiée le 24 juillet, on relève 78 inscrits pour les Iles Britanniques, 81 pour l'Empire allemand, 44 pour la France; notre pays était donc très honorablement représenté. Une partie seulement des géologues inscrits, 600 environ, s'est rendue à Toronto. Parmi les Français, nous citerons : M. Carez, ancien président de la Société géologique de France, et Mme Carez; M. Defline, ingénieur au Corps des Mines, M. L.-E. Gentil, professeur à la Sorbonne ; M. A. Lacroix, membre de l'Institut, professeur au Muséum, et Mme Lacroix; M. le général de Lamothe; M. C. Lory, professeur à l'Université de Grenoble, M. E. de Margerie, ancien président de la Société géologique de France; M. de Peyrimof, secrétaire du Comité des Houillères de France; M. Termier, membre de l'Institut, directeur du Service de la Carte géologique de France, et Mlle M. Termier; M. Weiss, directeur des Mines au Ministère des Travaux publics, l'auteur de cet article, etc.

Le Congrès était placé sous la présidence d'honneur de Son Altesse Royale le Duc de Connaught, gouverneur général de la Puissance du Canada.

La préparation de la Session avait été confiée à un Comité d'organisation, à la tête duquel était placé M. Frank D. Adams, doyen de la Faculté des Sciences appliquées de l'Université Mc Gill à Montréal. Le Secrétaire général était M. R. W. Brock, directeur de la Commission géologique du Canada, avec M. W. Stanley Lecky comme secrétaire appointé. C'est à ce Comité, et en particulier aux personnes qui viennent d'être nommées, qu'a incombé la lourde tâche de provoquer, de centraliser et de coordonner toutes les mesures propres à faire du Congrès une réunion intéressante et utile. Pour la session même, à Toronto, s'était constitué un Comité local à la tête duquel était M. A. P. Coleman, professeur de Géologie à l'Université de Toronto, avec M. W. A. Parks, professeur de Paléontologie à la même Université, comme Secrétaire; dans cette même ville, un comité de dames avait pour présidente Miss Coleman.

I. — La Session a Toronto.

Le Congrès proprement dit s'est tenu à Toronto, du 7 au 14 août, dans les bâtiments de l'Université. Comme les Universités américaines, l'Université de Toronto est située dans un grand parc où elle pourra s'étendre à mesure que se manifesteront des besoins nouveaux. L'espace dont elle dispose est tellement vaste qu'elle a pu en distraire une assez importante partie et la céder au Gouver-

nement de la Province pour y construire le Palais du Parlement d'Ontario. Les bâtiments de l'Université sont épars dans ce grand parc; plusieurs sont en construction; l'ensemble fait songer à un Oxford qu'on aurait prématurément vieilli en laissant la vigne vierge envahir comme le lierre des bâtiments tout récents.

Les services généraux du Congrès, secrétariat, salles de correspondance, salle du Conseil..., étaient placés dans le bâtiment de la Faculte des Lettres. Les séances générales, les conférences avaient lieu dans le Convocation Hall, vaste amphithéâtre circulaire, précédé d'une colonnade. Les séances de sections occupaient des salles d'autres bâtiments. Cette distribution avait l'inconvénient de disperser l'activité du Congrès, mais il est exceptionnel de pouvoir disposer d'un bâtiment comme le Riksdag, de Stockholm, pour contenir tous les services d'un Congrès de cette importance.

La séance d'ouverture du 7 août a été présidée par l'Honorable Sir Charles Fitzpatrick, Premier Juge de la Cour suprême du Canada, administrateur de la Puissance pendant l'absence du Gouverneur général. C'est lui qui, dans un discours d'une grande élévation d'idées et dans « le doux parler de France », accueillit les géologues réunis au Canada. La bienvenue leur fut ensuite souhaitée au nom de la province d'Ontario par le Ministre fédéral des Terres, Forêts et Mines, M. Hearst, au nom de la Ville de Toronto par le Maire, M. H. C. Hocken, au nom de l'Université par le Président de cette Université, M. Falconer, etc...

Au bureau du Comité d'organisation, devenu le bureau de la XIIe Session, le Congrès adjoignit des vice-présidents, pris suivant l'usage dans les diverses nationalités. Les vice-présidents pour la France furent MM. Termier, Lacroix, Barrois, de Margerie, Weiss, Gentil et Bigot.

Les travaux des Congrès géologiques internationaux se partagent entre les Commissions dans lesquelles se discutent les questions mises à l'étude dans les Congrès précédents, les séances consacrées aux communications et les séances du Conseil, qui centralise le travail des Commissions, discute les propositions nouvelles et prépare les décisions qui doivent être soumises à l'assemblée générale.

Les Commissions sont actuellement au nombre de neuf : Commission internationale des glaciers; de la Carte géologique de l'Europe et du monde; de la *Palaeontologia universalis*, pour la figuration à nouveau des anciens types d'espèces fossiles; du prix Spendiarow, attribué cette année à M. Argand, de Lausanne, pour récompenser ses beaux travaux sur la géologie alpine; du degré géothermique, à laquelle on a laissé la liberté de décider s'il y avait lieu de s'adjoindre l'étude des phénomènes de radioactivité; Commission pour la publication d'un lexique de stratigraphie; pour l'évaluation des ressources en minerai de fer; pour la création d'une Revue internationale de Géologie; enfin, Commission pour l'étude de l'homme fossile.

La Commission de la Carte géologique de l'Europe a annoncé l'achèvement de cette carte, dont les dernières feuilles ont en effet paru à la fin de 1913; elle est à l'échelle du 1/1.500.000 et comprend 48 feuilles; son exécution a été votée au Congrès de Bologne en 1881. La publication, conformément aux décisions d'une Commission internationale dans laquelle MM. Daubrée et Michel-Lévy représentaient la France, a été confiée au Bureau du Service géologique de Prusse, d'abord sous la direction de MM. Beyrich et Hauchecorne, puis de M. Beischlag. Ce Service a utilisé les renseignements et cartes qui lui ont été fournis par les Services géologiques des différents pays d'Europe, et en a assuré la coordination et la publication. Cette carte fait le plus grand honneur au Service géologique de Prusse et à la maison Dietrich Reimer qui l'a éditée. Sans doute, en raison de la durée de la publication, certaines feuilles ne sont plus en harmonie avec l'état de nos connaissances, mais ce sont des questions de détail auxquelles il sera facile de remédier dans la deuxième édition dont la Commission a annoncé les premières feuilles pour le mois de mars 1914. Ceux qui ont vu cette carte assemblée ont pu apprécier combien elle traduit fidèlement, par un choix judicieux de couleurs, la physionomie des diverses régions géologiques de l'Europe.

On conçoit que le succès de cette carte ait donné l'idée de tenter une Carte géologique du Globe. Nos connaissances sur les divers continents sont aujourd'hui suffisamment avancées, bien qu'à des degrés divers, pour qu'il soit intéressant et utile de grouper tous ces documents dans une œuvre d'ensemble, comme l'avaient successivement tenté deux géologues français, Ami Boué en 1845 et Jules Marcou en 1861 et 1873. La deuxième édition de la Carte géologique de l'Amérique du Nord à l'échelle du 5.000.000^e, publiée par M. Bailey Willis en 1911, montre tout l'intérêt que présenterait une Carte géologique mondiale à cette échelle.

Notre savant compatriote, M. Emm. de Margerie, a présenté au Congrès de Toronto un très intéressant rapport sur ce projet[1], qui ne peut être réalisé qu'en coopération et dont le Congrès de Stockholm avait confié l'examen à la Commission de la Carte géologique d'Europe.

Le Rapport de M. de Margerie insiste sur les inconvénients de l'emploi de la projection de Mer-

[1] Emm. de Margerie : La carte géologique du monde. *La Géographie*, t. XXVIII, 1913, p. 375-389.

cator, plus grands encore pour une Carte géologique mondiale que pour une carte géographique. En effet, la déformation des surfaces entraîne cette conséquence qu'elle est en raison directe de notre ignorance, puisqu'elle atteint son maximum aux environs des pôles.

Si l'on adopte l'échelle du 5.000.000^e, on peut considérer que le travail est exécuté en ce qui concerne l'Amérique du Nord et qu'il se ramène à un simple travail de réduction en ce qui concerne l'Europe. M. de Margerie proposait donc de préparer simplement des cartes géologiques des quatre autres continents, Amérique du Nord, Australie, Afrique, Asie, avec centres de projection distincts, à l'échelle uniforme du 5.000.000^e, sur le modèle de la carte de l'Amérique du Nord.

Le Service géologique de Prusse a apporté au Congrès un autre projet. La Carte géologique mondiale serait établie à l'échelle du 5.000.000^e, mais en projection stéréographique; elle comprendrait 80 feuilles. Malgré les bonnes raisons et l'éloquence du plaidoyer de M. de Margerie, c'est le projet du Service géologique de Prusse qui a été retenu par le Congrès. L'un des graves inconvénients qu'il présente, en dehors des déformations sur les bords des deux stéréoglobes, est que le nombre des feuilles vides, tombant en plein Océan est la moitié du total.

Le Comité exécutif avait mis à l'ordre du jour les questions suivantes : ressources houillères mondiales; différenciation dans les magmas ignés; influence de la profondeur sur la nature des gisements métallifères; origine et importance des sédiments précambriens; subdivision, corrélation et terminologie du Précambrien; dans quelle mesure l'époque glaciaire a-t-elle été interrompue par les périodes interglaciaires? caractéristiques physiques des mers paléozoïques et particularités de leur faune considérées au point de vue de la portée du retour des mers dans l'établissement des systèmes géologiques.

Les séances consacrées à la discussion de ces questions ont été occupées par l'exposé de nombreuses communications; il y a eu également des communications sur des sujets ne rentrant pas dans les questions proposées.

Nous citerons particulièrement les communications de M. de Margerie : *Sur le projet de carte géologique du monde*, donnée sous forme d'une lecture populaire le soir de l'ouverture du Congrès; M. Jos. P. Iddings : *Quelques exemples de différenciation magmatique et leurs rapports avec le problème des provinces pétrographiques*; M. Gustave Steinmann : *Les mers paléozoïques de l'Amérique du Sud*; M. Ch. Schuchert : *La délimitation des périodes géologiques illustrée par la paléogéographie de l'Amérique du Nord*; M. J. F. Kemp : *L'influence de la profondeur sur le caractère des dépôts métallifères*; M. Pierre Pruvost : *La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France et son utilisation stratigraphique*; M. W. F. Hume : *Paysages du désert Egyptien*; M. L. E. Gentil : *Géologie du Maroc*; MM. J. J. Sederholm, A. C. Lawson, Aubrey Strahan, Coleman : *Sur l'origine et l'étendue des sédiments précambriens, leurs subdivisions, corrélation et terminologie*, etc.

Cette dernière discussion a eu pour résultat la création d'une entente pour la corrélation des formations précambriennes dans les aires communes à divers pays.

La date du prochain Congrès a donné lieu à une discussion qui intéresse les Congrès internationaux d'une façon générale. M. le Dr Bather, du British Museum, a fait remarquer combien il était fâcheux que le Congrès Géologique international et le Congrès Zoologique aient eu lieu l'un et l'autre en 1913. Il eût été intéressant pour les paléontologistes de pouvoir assister aux deux réunions où se discutent des questions d'intérêt commun, par exemple des questions de nomenclature, d'éthologie, d'anatomie comparée; il était nécessaire de faire un choix entre les deux Congrès, le temps et les ressources de chacun étant nécessairement limités. On a fait remarquer d'autre part que les sessions des Congrès géologiques ont pris un très grand développement à cause de l'importance des excursions; si on veut les suivre utilement, il est nécessaire de distraire une grande partie du temps qui est consacré aux travaux sur le terrain et aux recherches de laboratoire. Il y aurait donc avantage à espacer davantage les sessions, ce qui permettrait d'éviter les coïncidences. Mais les Congrès qui peuvent intéresser les diverses branches de la science géologique et ses applications se sont tellement multipliés qu'il serait difficile d'éviter que l'un d'eux se tienne la même année que le Congrès géologique. Toutefois, pour éviter que le Congrès de Bruxelles ne coïncide avec la prochaine session du Congrès zoologique international qui se tiendra en 1916, on a décidé que le Congrès géologique ne se réunirait qu'en 1917, c'est-à-dire dans quatre ans. Le Congrès de 1917 décidera si c'est en 1920 ou en 1921 que se réunira la prochaine session, pour laquelle le Gouvernement de la République Argentine a fait transmettre une invitation.

II. — Les ressources mondiales en houille, fer, etc.

L'étude géologique des gîtes minéraux constitue depuis quelques années une des manifestations les plus importantes de l'activité des Congrès géo-

logiques. On ne saurait leur reprocher d'abandonner le domaine de la science pure pour s'intéresser à la mise en valeur des richesses naturelles du sol, d'autant moins que les questions étudiées ne peuvent l'être que par la géologie.

En 1910, cette orientation s'était manifestée à Stockholm par une vaste enquête sur les ressources mondiales en minerai de fer[1].

Le Congrès du Canada a fait porter son enquête sur les ressources en charbon : les résultats ont été publiés sous le titre « The Coal resources of the World[2]. »

Cette vaste enquête a porté sur soixante-quatre pays; les rapports, confiés aux spécialistes les plus autorisés et les mieux informés, ont été résumés dans une introduction due à M. Drowling.

Le rapport sur la France a été rédigé par M. Defline, ingénieur au corps des Mines. La réserve totale de la France s'élèverait à 17.584 millions de tonnes, mais dans cette évaluation sont comprises les réserves prévues entre 1.200 et 1.800 mètres, dont l'existence est un peu problématique; les richesses certaines, c'est-à-dire celles dont le cubage a pu être fait, et les richesses possibles, c'est-à-dire reconnues par de nombreux sondages, dépasseraient 8.807 millions de tonnes.

Les réserves mondiales atteindraient 7.397.533 millions de tonnes, sur lesquelles 500.000 millions de tonnes d'anthracite et 4.000.000 millions de charbons à gaz. Comme l'extraction totale du globe en 1910 a été de 1.145 millions de tonnes, il n'y aurait pas lieu de s'inquiéter d'ici plusieurs centaines d'années de la disparition du combustible minéral. Mais ici encore les bases de l'estimation sont de valeur très inégale; cependant, si les réserves possibles sont certainement très grossies, l'estimation de 716.154 millions de tonnes pour les réserves certaines n'est pas exagérée. On peut donc compter qu'il reste encore plusieurs siècles avant que les gisements houillers soient épuisés. D'ici là nos descendants auront avisé.

L'inconvénient de ces enquêtes vient de l'incertitude de certaines données, surtout dans les régions neuves. Il faut ne voir là qu'un premier sondage dont on aperçoit vite les imperfections. Cela est arrivé pour l'enquête du Congrès de Stockholm sur les minerais de fer, dont il faut préciser l'exactitude en tenant compte surtout des facteurs économiques. M. Krusch, du Service géologique de Prusse, a donc proposé de reprendre cette étude en groupant les gîtes de minerai de fer en trois classes : gîtes exploités, gîtes facilement exploitables, gîtes dont l'exploitation dépend de plusieurs conditions à réaliser. Cette enquête a été confiée pour chaque pays à un représentant de la Géologie et à un représentant de la Sidérurgie; les représentants de la France sont MM. de Launay et Nicou. M. L. Gentil leur a été adjoint pour le Maroc.

Le Congrès a décidé de poursuivre ses enquêtes sur les ressources mondiales en substances minérales utiles. Il a laissé au Comité d'organisation du Congrès de Belgique le soin de choisir entre les diverses propositions formulées à Toronto : ressources en cuivre, proposition de M. Renier, à cause du développement de l'industrie électrique, et de l'importance des gisements de cuivre du Congo belge; — ressources en pétroles, proposition de M. Termier, qui a d'ailleurs fait remarquer que, si l'évaluation du pétrole est difficile, on peut tout au moins entreprendre une monographie des régions pétrolifères; — proposition enfin de M. Samoilov pour une estimation des ressources en phosphate de chaux.

III. — La Géologie du Canada.

Les grandes lignes de la géologie du Canada sont très simples.

La baie d'Hudson est encadrée par des formations archéennes, granites, gneiss, terrains métamorphiques, fortement plissés lors de l'édification de la Chaîne Huronienne, et sur lesquelles les formations les plus récentes, à partir du Cambrien, sont demeurées horizontales. Cette vaste région constitue le Bouclier Canadien, la Laurentia de Suess, « immense domaine de la surface terrestre, demeuré figé depuis les temps Cambriens[1] ». Les géologues du Canada, le vénérable Logan, Sterry Hunt, C. A. Dawson, et de nos jours MM. C. A. Lawson et P. A. Coleman, ont poussé très loin l'étude de ces formations archéennes. Ils ont montré que le Laurentien est une formation granitique, malgré son apparence gneissique et sa ressemblance avec une formation sédimentaire métamorphique; ils ont établi dans l'énorme complexe archéen et précambrien des divisions stratigraphiques séparées par des discordances qui correspondent à d'importants phénomènes géologiques. Malgré leur ancienneté, quelques-uns de ces termes se montrent peu modifiés; ils ont fourni les plus anciens fossiles connus, dans des calcaires situés dans la base de l'Huronien. Ces *Atikokania* sont

[1] Cf. *Revue Gén. d. Sc.*, t. XXII, 1911, p. 363.

[2] 3 vol. in-4 de CIV-1266 p. et Atlas de 68 pl. de cartes. Toronto, Morang et Ce; 1913.

[1] Pierre Termier : L'excursion A1 du XIIe Congrès géologique international : la région appalachienne du Canada. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CLVII, p. 621, séance du 20 oct. 1913. — Id. : Le Congrès géologique international du Canada. Conférence faite le 23 novembre 1913 devant le groupe parisien de la Société de l'Industrie minérale (*Bull.* de cette Société).

des organismes à squelette calcaire, rappelant les *Archaeocyathus*, et qui paraissent intermédiaires entre les Cœlentérés et les Spongiaires.

Contre le bord S.-E. de la Laurentia s'applique une région de terrains paléozoïques, s'étendant dans la partie S.-E. de la Province de Québec, dans les Provinces Maritimes et jusqu'à Terre-Neuve; elle continue au N.-E. la Région appalachienne des Etats-Unis. Les terrains inférieurs, du Cambrien au Dévonien moyen, y sont fortement plissés; les grès rouges du Dévonien supérieur, le Houiller et le Permien n'ont été affectés que par des mouvements peu importants et sont souvent horizontaux. La chaîne appalachienne du Canada a été édifiée avant le Dévonien supérieur; c'est une chaîne calédonienne, contemporaine de la chaîne des Highlands d'Ecosse en Europe.

De l'autre côté du Canada, contre le Pacifique, courent les grandes chaînes de l'Ouest, ou Cordillère Pacifique, sur une largeur de 600 à 700 kilomètres. La Cordillère est formée par une énorme accumulation de roches sédimentaires, allant du Précambrien à l'Eocène, accompagnées de roches granitiques, d'âge jurassique et crétacé, et de coulées volcaniques d'âge tertiaire. L'épaisseur des sédiments et des coulées accumulées dans le géosynclinal qui a formé cette chaîne est estimée à plus de 40.000 mètres par M. R. A. Daly. La chaîne est formée de plusieurs zones parallèles, qui ont une personnalité géologique et géographique indiscutables. L'épisode principal de la formation de la chaîne se place probablement à la fin du Crétacé et au commencement du Tertiaire, mais l'étude est trop peu avancée pour qu'on puisse tenter une histoire définitive. Le Cambrien des Rocheuses (fig. 1), demeuré à peu près horizontal, paraît être en place; l'existence des nappes est très problématique; il y a eu certainement des déplacements horizontaux, avec formation d'écailles dans les Rocheuses, des phénomènes de laminage dans la Columbia Range, et s'il y a eu des grands charriages c'est vraisemblablement dans cette dernière zone qu'on les rencontrera[1].

Cl. L. Gentil.

Fig. 1. — *Vallée du Lac Agnès, Mont Leufroy et Glaciers Leufroy et Victoria, près de Laggan (Colombie Britannique).* — Région des quartzites cambriens horizontaux.

Le Cambrien des Montagnes Rocheuses a une épaisseur directement mesurée de 5.000 mètres de sédiments.

Dans cette puissante série se trouvent les Schistes du Mount Stephen (fig. 2), qui appartiennent au Cambrien moyen. A Burgess Pass, près de Field, ces schistes renferment une faune remarquable par la conservation extraordinaire des animaux, qui rappelle celle des calcaires de Solenhofen, mais plus extraordinaire encore peut-être par la variété des groupes représentés et surtout par la surprenante évolution qu'ils nous révèlent. Depuis plusieurs années, le distingué Directeur de l'Institution Smithsonienne, M. Charles D. Walcott, campe à Burgess Pass pendant quelques mois et exploite ce gisement unique. La publication préliminaire des résultats de ces fouilles[2] nous a ainsi fait connaître des Mérostomes, des Trilobites, des Crustacés avec leurs appendices, des Holothuries et des Méduses, des Annélides avec leurs parapodes, soies, trompe, tube digestif, etc., appartenant à plusieurs groupes de Polychètes, des Crustacés d'une conservation non moins parfaite. Parmi ces diverses formes, plusieurs appartiennent à des groupes qui sont considérés avec raison comme des types déjà très différenciés ou spécialisés. Ces découvertes confirment les notions que nous apportait déjà la connaissance de la faune cambrienne sur la grande antiquité de certains types et sur la date de plus en plus lointaine de l'apparition de la vie sur le Globe.

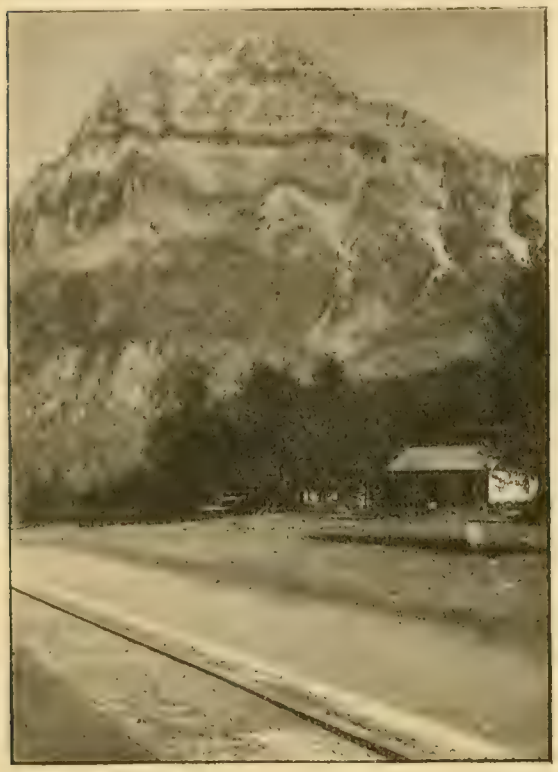
Entre le bord E. du plateau Laurentien et le

[1] Pierre Termier : L'excursion C_1 du XIIe Congrès géologique international : Les terrains précambriens de la région des lacs; les problèmes tectoniques des grandes chaînes de l'Ouest. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CLVII, p. 747; séance du 3 nov. 1913.

[2] *Smithsonian Miscellaneous Collections*, publications 2009, 2011, 2014, 2150.

pied de la Cordillère Canadienne s'étendent les grandes plaines de l'Ouest, formées de sédiments horizontaux, appartenant surtout aux formations mésozoïques, qui se superposent à l'E. aux terrains paléozoïques horizontaux. Le Crétacé est très développé ; une partie est à l'état de grès avec couches de houille, et de schistes bitumineux ; ce Crétacé est le gisement du gaz naturel de l'Alberta.

La physionomie du Canada est surtout l'œuvre



Cl. L. Gentil.

Fig. 2. — *Mount Stephen, près de Field, Colombie Britannique, formé de couches cambriennes à disposition tabulaire.* — Le niveau à *Ogygiopsis* est au niveau des épaulements, au-dessous de la première couche plus foncée.

des phénomènes glaciaires. Le retrait de l'immense calotte de glace qui, à l'époque pléistocène, couvrait le Nord du continent américain a laissé sur la surface du Plateau Laurentien d'innombrables cuvettes de toutes dimensions que les eaux ont remplies et transformées en lacs. Les grands lacs actuels ne sont que les restes de lacs beaucoup plus étendus, formés en arrière du barrage que constituait le glacier en retrait ; leur niveau, plus élevé que de nos jours, s'est peu à peu abaissé, laissant étagées les anciennes plages correspondant à ces niveaux successifs. L'histoire de ces anciens lacs a été écrite par Gilbert pour le lac Bonneville aux Etats-Unis, par Warren-Upham pour le lac Agassiz qui couvrait une partie du Manitoba et de la Saskatchewan, et dont les lacs Winnipeg et Winnipegosis ne sont que des restes ; l'histoire des grands lacs du Plateau Laurentien, dont le Saint-Laurent est aujourd'hui l'émissaire, a été résumée par M. Taylor ; c'est un des chapitres les plus intéressants de la géologie du Canada [1].

Les caractères des grandes plaines de l'Ouest sont également liés aux phénomènes glaciaires. Ces plaines sont en réalité un plateau formé de plusieurs gradins ; elles sont surtout caractérisées par l'absence d'arbres, qui constraste avec la couverture de forêts de la surface moutonnée du Plateau Laurentien et des reliefs fortement accentués de la Cordillère. Sur ces grandes plaines, le glacier du nord a étalé ses moraines, transformées dans la zone superficielle par la décomposition des végétaux herbacés en une terre noire qui donne à ces plaines leur fertilité.

IV. — Les Ressources minières du Canada.

Le Canada n'est pas moins intéressant au point de vue minier.

Dans ce pays qui est aussi vaste que l'Europe, et dont la population n'était que d'un peu plus de 7.200.000 habitants en 1911, les deux tiers du territoire sont pratiquement inexplorés au point de vue de leurs richesses minérales, à cause du climat et de l'absence de moyens de communication. Cependant, la production minière atteignait en 1912 la valeur de 675.241.480 francs, dont 305.861.165 pour les mines métalliques et les houillères [2]. Elle dépassait de plus de 200 millions la production de 1908 (435 millions), qui correspondait à une production de 62 fr. 85 par tête.

Nous donnerons seulement quelques renseignements sur les gîtes les plus intéressants et particulièrement sur ceux que les congressistes ont eu l'occasion de visiter.

Personne n'a oublié la fièvre causée par les découvertes de l'or du Klondike et du Yukon. En 1912, l'or du Yukon entre pour plus de 27 millions dans la production du Canada. Les placers, dont les conditions climatériques rendent l'exploitation si difficile, ne sont pas localisés dans le Yukon. Plusieurs des rivières qui descendent de la Cordillère Pacifique ont également entraîné dans leurs alluvions les fragments des filons de quartz aurifères de cette chaîne. Enfin, on exploite, dans l'Ontario, les quartz aurifères du district de Porcupine qui traversent le Précambrien ; on en a retiré la valeur de 8 millions et demi en 1912.

Le District de Cobalt est voisin de celui de Por-

[1] Frank B. Taylor : The Glacial and Postglacial Lakes of the Great Lakes Region. *Smithsonian Report for* 1912, pp. 291-327, 10 fig., cartes, Washington, 1913.

[2] Economic Minerals and Mining Industries of Canada. *Department of Mines, Canada, Publication* n° 230, 77 p., 1 carte. Ottawa, 1913.

cupine. Il tire son nom de la présence du cobalt dans les veines qui remplissent les fentes des roches précambriennes ou archéennes, où il est accompagné par des minerais de nickel et de plomb et d'argent; ce dernier métal est parfois à l'état natif, en masses rochées, comme à Konsberg (Norvège). Les veines métallifères semblent en relation avec les coulées de diabase intercalées dans le Précambrien; elles ne descendent pas à une grande profondeur; la plus grande partie de l'argent se trouve à moins de 60 mètres au-dessous des coulées. L'exploitation et le traitement sur place sont surtout conduits en vue de la séparation de l'argent. Le traitement des scories, dans lesquelles le cobalt est mélangé à du nickel, permet de retirer une quantité de cobalt qui a fait tomber le prix de ce métal de 12 fr. 50 en 1907 à moins de 5 francs en 1912.

Dans le voisinage des deux précédents, est le district de Sudbury, le plus grand centre de production de nickel du monde entier; Sudbury est également un centre important de production de cuivre.

Fig. 3. — *Terrasse d'alluvions déposée dans le lac formé par la vallée de la Thompson River quand cette vallée était barrée à l'aval par un glacier occupant une vallée latérale.* — Les flancs de la vallée sont formés par les couches permiennes et carbonifères du Plateau Intérieur (Belt). Près de Ducks Station, Colombie Britannique.

Le gite est extrêmement intéressant au point de vue métallogénique. Il a été étudié avec beaucoup de soin par M. A.-P. Coleman et M. A.-E. Barlow. Le minerai est un mélange de pyrrhotite, chalcopyrite et pentlandite, en relation avec une norite, à laquelle il est étroitement lié; il s'y présente à la base de l'immense ellipse, de 58 kilomètres sur 29, que forme l'affleurement de cette norite, ou dans des dykes qui constituent des sortes de colonnes, pénétrant dans des terrains adjacents. La norite passe graduellement à sa partie supérieure à une roche acide, à structure pegmatitique. Cette masse cristalline est intercalée entre l'Archéen qu'elle recouvre, et des schistes et conglomérats rapportés au Précambrien qui la surmontent et qu'elle a modifiés. Elle se présente donc comme un laccolithe, dans lequel une séparation magmatique aurait précipité les parties les plus lourdes et les plus basiques à la partie inférieure (norite), avec séparation des divers sulfures qui constituent le gite.

Ces minerais donnent lieu à une exploitation très importante, concentrée surtout entre les mains de la Canadian Copper Company, qui exploite une dizaine de mines, et qui a produit plus de la moitié du nickel utilisé dans le monde pendant ces dernières années; elle possède à Sudbury des usines pour la préparation des mattes qui contiennent 25 % de cuivre, 55 % de nickel, et qui sont raffinées définitivement aux Etats-Unis. La production de Sudbury en 1912 a été de 203.000 tonnes de nickel, valant 67.262.315 fr., et 106.843 tonnes de cuivre, valant 18.164.430 fr.

L'exploitation du fer est peu développée, et l'industrie métallurgique importe des minerais de Terre-Neuve et du Lac Supérieur; cependant, on connaît un certain nombre de gisements, situés comme ceux du Lac Supérieur dans le Précambrien et l'Archéen; l'un d'eux est exploité dans l'Ontario à Atikokan.

Parmi les substances non métalliques, le Canada tient une situation prépondérante dans le monde par ses gisements d'asbeste de la province de Québec. Ces gisements sont situés dans un massif de serpentine, long de plus de 50 kilomètres, avec une largeur de 30 à 1.800 mètres. L'asbeste forme un réseau de veines, traversant des serpentines résultant de l'altération des péridotites. En 1912, la valeur de l'asbeste extraite atteint 15 millions.

Le Canada possède d'immenses ressources en charbon. L'enquête sur les ressources mondiales dont il a été question plus haut attribue à la Puissance 1.234.269 millions de tonnes, sur lesquelles on a extrait en 1912 14.498.302 tonnes, quantité cependant insuffisante pour les besoins du Canada, qui a dû importer dans la même année un complément de plus de 12 millions de tonnes, venant des Etats-Unis et destinés aux provinces de Québec et

d'Ontario, trop éloignées des bassins houillers canadiens.

La distribution de ces bassins houillers est très intéressante pour l'avenir du Canada. Deux des bassins les plus productifs sont situés au voisinage de la mer : l'un, sur le côté de l'Atlantique, dans la région appalachienne, est d'âge carbonifèrien ; l'autre est situé sur la côte du Pacifique, il est d'âge crétacé. Crétacés également sont les charbons des grandes plaines de l'Ouest, où ils suppléent surtout actuellement à l'absence de forêts pour fournir le combustible, mais qui constituent des réserves d'avenir pour le moment où les voies de communication auront suffisamment pénétré le pays.

Déjà, d'ailleurs, dans ces régions agricoles, commencent à se développer rapidement des villes industrielles, à proximité des puits qui vont capter le gaz naturel dans les couches crétacées. Le plus important de ces centres est Medicine Hat, dans l'Alberta, près de la limite de la Saskatchewan. Le gaz est du méthane ; il se rencontre dans la partie inférieure de l'étage crétacé, au niveau des grès du Dakota ou de la série de Belly River, à des profondeurs variant entre 122 et 304 mètres. Trois de ces puits peuvent fournir 140.000 mètres cubes par vingt-quatre heures sous une pression de 10 atmosphères. La production est telle que ce gaz est conduit à Calgary à plus de 250 kilomètres, où il est livré au prix de 6 centimes le mètre cube. On conçoit que, dans ces conditions, des industries utilisant ce gaz naturel comme source de chaleur puissent s'établir loin des puits qui leur fournissent ce gaz.

Cl. L. Gentil

Fig. 4. — *Confluent de la Spray River avec la Rivière de l'Arc, près de Banff (Alberta).* — Chaînons extérieurs des Rocheuses.

V. — Les Excursions.

Les notes précédentes sur la géologie et les ressources minières du Canada permettent de comprendre combien les excursions du Congrès promettaient d'être intéressantes.

Les excursions ont pris dans les Congrès géologiques une place de plus en plus importante. Elles fournissent, en effet, l'occasion d'étudier, dans des conditions exceptionnelles, et sous les directions scientifiques les plus qualifiées, toutes les grandes questions de la géologie du pays où se réunit le Congrès. Celles de 1913 n'ont pas été moins intéressantes que celles des sessions précédentes.

Suivant l'usage, les excursions de longue durée ont eu lieu avant et après la session ; celles d'une journée ou d'une demi-journée ont eu lieu pendant la session même.

La plus longue des excursions avant le Congrès, l'excursion A1, a duré dix-neuf jours ; elle avait pour objet l'étude de la géologie de l'Est du Canada autour de Québec et dans les provinces maritimes, c'est-à-dire de la *région appalachienne* du Canada, des terrains qui la composent, de sa structure et de ses relations avec la *Laurentia* archéenne ou *Bouclier Canadien*.

Après le Congrès, deux excursions de vingt trois jours ont traversé le Canada, de Toronto à l'île de Vancouver, sur le Pacifique. L'excursion C2, intéressant plutôt la géologie appliquée et les ingénieurs, avait réuni quatre-vingts participants, qui ont visité dans l'Alberta les puits de gaz naturels de Medicine Hat, les houillères du Crétacé inférieur de la Colombie Britannique et de l'Alberta, les dépôts cuprifères et aurifères de la Colombie Britannique, les régions argentifères de Cobalt et aurifère de Porcupine dans l'Ontario.

L'excursion C1, qu'ont suivie cent vingt congressistes, était plus spécialement géologique. Elle comportait, d'abord, l'examen des formations archéennes et précambriennes entre Toronto et le Lac Supérieur[1], puis, après la traversée des grandes plaines crétacées et tertiaires de l'Ouest, l'étude des terrains et de la structure de la Cordillère Pacifique ; elle se terminait par une visite des gisements

[1] Voir sur l'histoire du Bouclier Canadien : Louis Brunet, C. R. du Congrès de Sheffield. *Rev. gén. des Sc.*, t. XXI, 1910, p. 949-950.

de cuivre et de nickel de Sudbury dans l'Etat d'Ontario. Arrivés à Vancouver, une partie des membres de ces deux excursions ont pu remonter jusqu'à Dawson City, pour visiter les placers aurifères du Klondike, examiner les phénomènes glaciaires, et particulièrement le grand glacier de Malaspina; d'autres ont étudié la région de la rivière Skeena, les fjords et les paysages caractéristiques de la côte de la Colombie Britannique. De la sorte, ceux qui ont eu la bonne fortune de suivre les longues excursions qui ont commencé le 14 juillet à Québec, pour se terminer le 22 septembre à Vancouver, ont pu se faire une idée personnelle complète de la géologie du Canada.

En dehors de ces excursions, d'autres étaient consacrées à des questions plus spéciales ou à des régions plus limitées. C'est ainsi qu'on a étudié les phénomènes et les formations glaciaires de la région de Toronto; les dépôts siluriens de la même région, les formations archéennes du Plateau laurentien près de Québec, les anciennes plages des lacs glaciaires, la formation de la gorge du Niagara, à l'occasion de laquelle le *Geological Survey des Etats-Unis* avait distribué le magnifique folio consacré à ce carré de la Carte géologique des Etats-Unis [1]. Dans le domaine de la géologie appliquée, en dehors des visites faites pendant les grandes excursions aux divers districts miniers, des excursions spéciales avaient été organisées dans les gisements minéraux divers dont le Canada est si riche, par exemple aux gisements d'amiante de la province de Québec, aux gisements de mica, apatite et graphite du district d'Ottawa ou de Kingston dans l'Ontario, etc.

Chacune de ces excursions était décrite dans une notice, comprenant, d'abord, une petite monographie de la région, puis un guide itinéraire pour les points visités. Ces notices sont au nombre de vingt-six et forment dix livrets-guides en treize fascicules de 1.904 pages, avec de nombreuses illustrations et cartes [2]. Le plus important de ces livrets-guides est celui qui a été consacré à l'excursion transcontinentale C1; il n'a pas moins de 386 pages. Il renferme les résultats en partie inédits de l'étude que les géologues canadiens et certains de leurs confrères des Etats-Unis, tels que MM. Lawson et R. Daly, ont entreprise pendant deux années dans la région que l'excursion devait parcourir. L'ensemble de ces livrets-guides constitue un véritable résumé, exceptionnellement détaillé sur certains points, de la Géologie du Canada. On peut regretter, cependant, que les coupes n'y soient pas plus nombreuses; le livret de l'excursion C1, qui traverse, cependant, des régions de structure particulièrement compliquée dans la région de la Cordillère Pacifique, est une heureuse exception; les coupes des Selkirk et des Rocheuses, qui accompagnent la description de M. R. Daly, n'ont pas peu contribué à l'intelligence de ces chaînes et à l'intérêt que nous avons pris à leur étude. On peut regretter aussi que la collection de ces monographies n'ait pas été précédée par une petite notice générale sur la Géologie du Canada, comme cela avait été fait en Suède; mais cette lacune était comblée dans une certaine mesure par l'*Esquisse géologique et Ressources minérales du Canada*, de C.-A. Young, qui avait déjà été distribuée au Congrès de Stockholm, et qui était mise largement à la disposition des congressistes de Toronto. Cette esquisse [1] est accompagnée de deux cartes au 1/636.000^e, l'une géologique, l'autre donnant les gisements de minéraux utiles; cette dernière est traversée par une ligne au Nord de laquelle le pays doit être considéré comme pratiquement inexploré, et cette surface comprend les deux tiers du Canada.

Le Livret-guide de quelques excursions était commenté par une exposition de roches, fossiles, et minéraux de la région parcourue; cette exposition était installée dans le Musée d'Ontario; elle constituait une récapitulation sommaire de la Géologie de l'Etat d'Ontario. L'une de ces séries a particulièrement intéressé les congressistes; M. Coleman avait réuni dans une vitrine une série d'échantillons se rapportant aux différentes périodes glaciaires; on pouvait voir côte à côte et comparer les galets striés des *tillites* archéennes (Huronien inférieur) de Cobalt, dans l'Ontario, des *tillites* du Cambrien inférieur du Cap, du Permo-Carbonifère de Tasmanie, du conglomérat permien de Dwyka, au Transvaal, qui ont été décrits par M. Molengraff.

Les pages qui précèdent ne peuvent donner qu'une idée très sommaire du grand intérêt qu'ont présenté le Congrès de Toronto et la série d'excursions dont il a été l'occasion. Sans doute, beaucoup de questions qui nous ont été présentées au cours de ces excursions sont loin d'être résolues, mais ce sont déjà de très grands résultats que ceux qui nous ont été montrés, soit dans les descriptions régionales minutieuses, soit dans les essais de synthèse comme ceux de la structure des chaînes de l'Ouest. Ces résultats sont d'autant plus remarquables que les géologues canadiens sont relati-

[1] M. E. M. Kindle and Frank B. Taylor : Geologic Atlas of the United States, Niagara Folio (n° 190). In-folio, 25 pages, 6 figures, 6 planches. Cartes et photographies. Washington, 1913.

[2] Réunis dans deux étuis, sous le titre : *Guide books of excursions in Canada*, issued by the Geological Survey, Ottawa, Canada, 1913.

[1] G.-A. Young : Esquisse géologique et Richesses minérales du Canada. Préface par R.-W. Brock, traduction Emile Dulieux. Publication du Ministère des Mines. 1 vol. in-8°, 165 pages, LXXVII planches, 2 cartes, Ottawa, 1910.

vement peu nombreux, que leurs recherches doivent porter sur un territoire grand comme l'Europe, et qu'un grand nombre de régions ne sont devenues accessibles que depuis un petit nombre d'années. Il pouvait paraître téméraire d'espérer soutenir l'attention des géologues des vieux pays, où l'analyse du sol a été poussée très loin. Nos confrères canadiens y ont parfaitement réussi. Ils y ont été d'ailleurs aidés par tous ceux qui s'intéressent au développement de ce pays. Dans toutes les villes où les excursions du Congrès devaient passer, des comités locaux avaient préparé la réception des congressistes, particulièrement pour mettre à leur disposition les moyens de locomotion, voitures ou canots automobiles, nécessaires soit pour la visite rapide des villes, soit pour les excursions scientifiques. Le Congrès, comme en Suède, avait ainsi pris le caractère d'une grande manifestation nationale, dans laquelle on sentait le désir de faire apprécier tout ce que les immenses régions du Canada renferment de promesses d'avenir et de sources de richesses.

Il est impossible d'énumérer tous les concours qui se sont manifestés pour faciliter la tâche des organisateurs. Cependant, il faut mentionner les compagnies de transport, sans le concours desquelles les excursions lointaines n'eussent pas été possibles, et parmi elles la puissante Compagnie du *Canadian Pacific Railway* (C. P. R.), qui joue un rôle si important dans le développement du Canada. C'est surtout grâce au C. P. R. que les grandes excursions transcontinentales après le Congrès ont pu avoir lieu; les participants de l'excursion C1 se rappellent avec reconnaissance le confortable du train spécial, véritable petit village roulant, qui les a transportés, logés et nourris pendant vingt jours sur un parcours de 8.000 kilomètres.

Grâce à tous ces concours, grâce au beau temps dont nous avons presque constamment joui, non seulement le but principal des excursions a été atteint, mais les excursionnistes ont pu surprendre, de Québec au Yukon, la variété des éléments de prospérité du Canada, dans les domaines maritime, minier, industriel, agricole, les manifestations intellectuelles que traduisent les Services scientifiques tels que le Service Géologique, les Universités, Musées, Sociétés Savantes. Ils ont pu suivre les étapes des cités naissantes et grandissantes, qui préparent le Canada à devenir rapidement une grande puissance économique.

A. Bigot,
Doyen de la Faculté des Sciences
de l'Université de Caen.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Comptes rendus des séances de la XVIIe Conférence générale de l'Association géodésique internationale, *réunie à Hambourg, du 17 au 27 septembre 1912, rédigés par le secrétaire perpétuel* **H. G. van de Sande Bakhuyzen.**
1er volume : Procès-verbaux et Rapports des délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays. — In-4° de 470 pages, avec 51 cartes, planches ou photographies. Reimer, éditeur, Berlin. 1913.

La *Revue* a rendu compte, en temps voulu, de la XVIIe Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Hambourg, en septembre 1912, qui a été particulièrement brillante, car l'Association fêtait avec éclat par la même occasion son cinquantenaire. A la suite de chaque réunion triennale, plusieurs volumes, consacrés aux comptes rendus de celle-ci, s'ajoutent à l'importante série de publications éditées par l'Association depuis 1862, série qui présente le tableau le plus complet des opérations exécutées et des progrès réalisés par la Géodésie dans le dernier demi-siècle. Ces volumes sont en général au nombre de deux. Le premier renferme les procès-verbaux des séances de la Conférence et les rapports dits *nationaux* des divers délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays au cours des trois années précédentes. Le second contient les rapports dits *spéciaux*, c'est-à-dire les rapports d'ensemble sur certaines questions ; pour chacune d'elles un rapporteur permanent, de compétence particulière, est choisi parmi les délégués de l'Association.

Le premier volume relatif à la Conférence de Hambourg vient de paraître. Dans les procès-verbaux, rédigés comme d'habitude en français et en allemand, on trouve le détail complet des travaux, discussions et vœux de la Conférence, dont la *Revue* a donné, dès 1912, un aperçu général. Il est donc inutile de s'appesantir sur cette partie du volume dont l'importance ne fait déjà aucun doute. Nous préférons mettre en lumière les points les plus saillants à signaler dans les rapports nationaux. Le lecteur aura ainsi une idée de la multiplicité et de l'intérêt des opérations géodésiques exécutées sur toute la surface du globe, de 1909 à 1912.

Il faut noter d'abord que la collection des rapports nationaux s'ouvre par un rapport en quelque sorte hors série, celui de M. Helmert, directeur à la fois de l'Institut géodésique prussien et du Bureau central de l'Association, sur les travaux de ce Bureau depuis sa fondation. On sait que, par une intelligente et généreuse conception du Gouvernement prussien, les *ressources et moyens scientifiques* de l'Institut géodésique prussien ont toujours été mis à la disposition du Bureau central, qui fonctionne à Potsdam même, dans les bâtiments de l'Institut. Le rapport de M. Helmert, appuyé sur une longue bibliographie des publications de l'Institut et du Bureau central, est un résumé saisissant de leur histoire ; en le lisant, les géodésiens pourront dresser une liste imposante des titres que l'établissement de Potsdam possède à leur reconnaissance, et parmi lesquels il suffit de citer : l'organisation du Service international des latitudes pour l'étude du déplacement des pôles terrestres, les déterminations de l'intensité de la pesanteur à la surface des mers, les laborieux calculs destinés à fournir sur toute l'étendue de l'Europe les déviations de la verticale rapportées à un même ellipsoïde, et la synthèse générale des observations pendulaires dans le système dit de Potsdam, sans compter tant d'autres travaux dont l'énumération seule serait trop longue ici.

Allemagne. — A signaler dans le rapport de la *Trigonometrische Abteilung* prussienne un jugement présenté comme définitif sur les fils employés pour la mesure des bases, ainsi que l'extension prise par les triangulations dans l'Ouest Africain Allemand.

Argentine. — La République Argentine figure pour la première fois dans les publications de l'Association. Une carte au 1/1.000.000 est la seule carte générale qui existe actuellement de ce vaste pays. L'*Institut géographique militaire*, qui fonctionne depuis 1884, a élaboré un plan méthodique de travaux géodésiques futurs, conçu de manière à satisfaire les exigences les plus élevées de la Géodésie (9 chaînes méridiennes et 14 chaînes parallèles, de longueur variant entre 100 et 3.500 kilomètres) ; ce plan a reçu un commencement d'exécution.

Chili. — Le Chili peut présenter déjà un important ensemble de travaux. Il possède deux organismes exécutant des triangulations : la Section de Géodésie de l'*Oficina de mensura de tierras* au nord et au sud du pays, la *Section trigonométrique de l'Etat-major de l'Armée* au centre. La mesure d'un arc de méridien traversant tout le Chili, de Tacna au nord jusqu'à Puerto Montt au Sud, sur 23°,5 d'amplitude, a fait l'objet de sérieuses études préliminaires. Il est à peine besoin d'insister sur l'intérêt d'une pareille opération, intérêt encore accru si le Pérou pouvait un jour unir l'arc chilien à l'arc français de l'Equateur.

Etats-Unis. — Le rapport de M. Tittmann donne une idée du vaste champ d'activité du *Coast and Geodetic Survey*. Dans la période de 3 ans qui nous occupe, l'arc Texas-Californie (1.942 kilomètres), qui unit l'arc du 98e méridien (ouest de Greenwich) à la triangulation du littoral du Pacifique, a été terminé, calculé et publié. Le *Alaska and Canada Boundary Survey* a étendu une triangulation de 825 kilomètres le long du 141e méridien. Le *United States and Canada Boundary Survey* en a complété une de 1.856 kilomètres le long du 49e parallèle. Une autre triangulation, de 1.160 kilomètres, est en cours d'exécution le long du 104e méridien, etc.

Une mention spéciale doit être faite des beaux travaux théoriques de MM. Hayford et Bowie ; appliquant aux observations pendulaires faites aux Etats-Unis la méthode de réduction de l'intensité de la pesanteur imaginée par M. Hayford lui-même, il y a quelques années, fondée sur la théorie de l'*isostasie*, ces auteurs ont déterminé des valeurs de l'aplatissement terrestre relatives, soit à l'ensemble des États-Unis $\left(\frac{1}{298,4}\right)$, soit aux régions est $\left(\frac{1}{297,8}\right)$ ou ouest $\left(\frac{1}{299,6}\right)$ de la République. Il est certain que l'application de la méthode à l'ensemble des intensités observées sur toute la surface du globe donnerait l'aplatissement avec une haute précision.

France (rapports de MM. Baillaud, le général Bourgeois, Ch. Lallemand, lieut^t-colonel A. Lallemand. — Nous ne dirons rien des publications de la mission de l'Equateur qui font dans la *Revue* l'objet d'analyses bibliographiques spéciales.

Parmi les nombreux travaux exécutés par la Section de Géodésie du Service géographique de l'Armée, nous signalerons les différences de longitudes Brest-Dakar,

Paris-Bizerte, Paris-Bruxelles, Paris-Bron, et cinq différences de longitudes dans le Sahel d'Alger. Elles ont un intérêt tout particulier au point de vue de l'étude et de l'application des nouvelles méthodes qui utilisent l'astrolabe à prisme pour la détermination des heures locales, et la télégraphie sans fil pour leur comparaison, méthodes appelées à une si grande extension.

Grande-Bretagne (colonies). 1° *Indes.* — L'immense labeur du *Trigonometrical Survey of India* se poursuit sans relâche. Le problème le plus intéressant à l'ordre du jour est la jonction des triangulations anglaise de l'Inde et russe du Turkestan par une chaîne établie sur le versant ouest du plateau central asiatique. La jonction, d'une importance considérable pour les études sur la distribution des masses dans cette région du globe, a été décidée en principe à la suite d'un vœu de la Conférence générale de Londres-Cambridge en 1909, mais elle rencontre des difficultés considérables. Plusieurs projets ont été proposés, et rien que dans les reconnaissances préparatoires les géodésiens anglais et russes ont dû faire preuve d'une énergie peu commune.

2° *Egypte.* — Les travaux en cours d'exécution de la gigantesque chaîne africaine conduite le long du 30e méridien (est de Greenwich) ne font encore, dans le 1er volume des Comptes rendus de Hambourg, l'objet d'aucun mémoire ; le dernier document officiel relatif à cet arc est donc le rapport du regretté David Gill présenté à la Conférence générale de Londres-Cambridge en 1909 ; nous constatons seulement dans le rapport du *Survey Department of Egypt*, présenté à Hambourg, qu'au nord les triangles s'étendent le long du Nil sur une amplitude d'un peu plus de 3 degrés, depuis le Caire jusqu'au sud d'Assiut.

Hongrie. — Le nombre des stations où la balance de torsion d'Eotvös a servi à la détermination des courbures des sections normales du géoïde, de la courbure de la verticale, et des variations de la pesanteur dans différentes directions, s'est accru de 334 pendant la période de 1909 à 1912. Citons parmi les plus intéressantes régions étudiées : la haute vallée de Cimabanche (sud du Tyrol), et les environs de Kecskemet (Hongrie, entre Danube et Theiss), désolés le 8 juin 1911 par un tremblement de terre.

Italie. — Signalons les premiers travaux accomplis en Lybie, le long du littoral, entre Tripoli et Derna (4 stations astronomiques, 4 bases mesurées aux fils, nivellements géométrique et trigonométrique, 1er semestre 1912).

Mexique. — La jonction des triangulations exécutées par les États-Unis et le Mexique le long du 98e méridien (ouest de Greenwich) sera prochainement un fait accompli. L'arc total, de Lanuyú sur le Pacifique jusqu'à la frontière du Canada, s'étendra un jour sur 39 degrés d'amplitude.

Russie. — Il est impossible de ne pas être frappé du développement actuel des travaux géodésiques en Russie : 5 mesures de bases aux fils ; des chaînes de premier ordre en Russie d'Europe, sur le méridien et au sud de Saint-Pétersbourg, — dans le Caucase, — le long de la rivière Irtych (Sibérie occidentale), — en Transbaïkalie, — dans l'Oussouri, — dans le Pamir occidental en vue de la jonction anglo-russe (voir ci-dessus), depuis Oche jusqu'à la frontière de Chine (plus de 400 kilomètres) ; 230 stations astronomiques ; une quarantaine de stations pendulaires ; des nivellements géométriques portant à 34.543 kilomètres le développement du réseau russe, tel est le bilan des années 1909-1912.

Suède. — Il est intéressant d'extraire du rapport suédois sur les travaux de publication de la mission du Spitzberg quelques chiffres donnant une idée de la précision de la mesure d'arc méridien exécutée dans les régions polaires par l'expédition russo-suédoise :

Côté de jonction de la section russe (sud) de la triangulation, et de la section suédoise (nord) :

Valeur russe adoptée définitivement : 59.488 m. 47, valeur suédoise : 59.487 m. 08. Différence : 1 m. 39 soit $\frac{1}{43.000}$.

Erreur moyenne d'une direction finale :

Réseau suédois ± 1″,3.
Réseau russe . ± 1″,0.

Erreur moyenne d'une latitude par la polaire :

± 0″,31.

Dans l'analyse précédente, nous bornant aux points spécialement importants, nous avons dû passer sous silence un grand nombre de travaux qui mériteraient d'être notés. Ce résumé est néanmoins suffisant pour montrer quelle doit être la gratitude des géodésiens envers le secrétaire perpétuel de l'Association, M. H. G. van de Sande Bakhuyzen, qui a rassemblé les éléments et assuré la publication du premier volume des comptes rendus de Hambourg. Il est à souhaiter que le second volume, consacré aux rapports d'ensemble, vienne très prochainement nous apporter d'autres documents d'un intérêt plus général encore.

Capitaine Perrier.

2° Sciences physiques

Ekecrantz (Dr. Thor), *Professeur de Chimie pure et de Chimie pharmaceutique à l'Institut Pharmaceutique de Stockholm.* — **Geschichte der Chemie** (Histoire de la Chimie). — *Édition allemande, rédigée par l'auteur, sur l'édition suédoise originale.* — *Un volume in-8° de 230 pages, avec 25 portraits dans le texte.* (*Prix* : 12 *fr.* 50.) *Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig*, 1913.

L'auteur s'est attaché à retracer, dans l'espace réduit de ce modeste volume, les grandes lignes de l'histoire de la Chimie et à faire ressortir, non seulement les événements extérieurs, l'activité des personnages les plus saillants, mais encore, et surtout, l'évolution des idées, la genèse des notions et des théories. Il a réussi dans une tâche si délicate, grâce surtout à la subdivision de chaque chapitre en deux sections, l'une qui donne un aperçu très clair de l'histoire proprement dite, l'autre qui résume la biographie des principaux personnages de l'époque.

Après une brève introduction consacrée à la définition et à l'étymologie du mot *Chimie*, M. Ekecrantz étudie en 8 chapitres l'histoire de cette science, depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque actuelle.

Le premier chapitre, intitulé *La Chimie dans l'antiquité*, fait ressortir le frappant contraste qui existe entre le très grand nombre de faits empiriques connus des Anciens, et le manque absolu de théories générales. Deux pages résument les principales applications techniques que les Anciens savaient faire de leurs connaissances chimiques (verrerie, poterie, fabrication du savon, teinturerie). Les personnages marquants traités dans l'appendice de ce chapitre sont, en dehors d'Aristote et de Dioscoride, les plus anciens d'entre les philosophes grecs.

L'époque alexandrine relie cette première période à celle de l'*alchimie*, traitée dans le second chapitre. Comme pour tant d'autres doctrines, on doit aux Arabes d'avoir communiqué à l'Europe moyenageuse les principaux résultats de l'Antiquité, en leur ajoutant toutefois le fruit de leur labeur. Après l'époque, si florissante pour l'alchimie, qui commence au XIIe siècle, on remarque, dès le XVe siècle, une tendance de plus en plus forte à émanciper la chimie des spéculations alchimistes. Cette période voit, du reste, les premières ébauches de théories générales, relatives aux sels. Si les applications techniques n'ont que peu profité des recherches alchimistes, l'auteur fait remonter à cette

époque, et à ses résultats empiriques très nombreux, les débuts d'une chimie pharmaceutique.

La période suivante, à laquelle est consacré le troisième chapitre, est celle de l'*iatrochimie*. Affranchie du joug de l'alchimie, la science, incapable encore de vivre par ses propres moyens, entre en rapports étroits avec la médecine et considère la recherche et l'étude des médicaments comme sa principale tâche. Paracelse, Van Helmont et Sylvius sont les principaux représentants de cette période, qui, à côté de théories encore fantastiques, a donné naissance à une foule d'observations très fines, destinées à influencer fortement les périodes suivantes. C'est évidemment la chimie pharmaceutique qui profite en premier lieu et presque exclusivement de cette orientation des études, peu favorable au développement des applications techniques, qui n'en font pas moins de sérieux progrès.

La période du *phlogistique*, du milieu du XVIIe à la fin du XVIIIe siècle, occupe le quatrième chapitre. Les études chimiques, désormais indépendantes des autres sciences, ont pour objet principal et pour point de départ commun le phénomène de combustion; c'est la solution définitive de ce problème qui, à la fin de cette période, permettra de renverser la doctrine du phlogistique, en imprimant à la Chimie l'orientation que, dans ses grandes lignes, elle présente encore aujourd'hui. C'est pendant la période du phlogistique que prend naissance l'analyse qualitative, dont les premiers commencements remontent toutefois à l'époque précédente. Ce sont aussi les chimistes, partisans du phlogistique, qui jettent les bases de la chimie des gaz. La chimie technique progresse rapidement.

Le cinquième chapitre est consacré uniquement à la *chute de la doctrine du phlogistique* et à l'œuvre de Lavoisier, de ses contemporains et de ses successeurs immédiats, qui exerça sur l'investigation chimique une influence si puissante.

Le sixième chapitre traite de la *période succédant à l'époque de Lavoisier* et finissant vers le milieu du XIXe siècle, pendant laquelle la plupart de nos théories modernes ont pris naissance. L'auteur expose d'une façon très claire la théorie atomique de Dalton et ses développements ultérieurs, la genèse de la loi de Dulong et Petit et les théories électrochimiques de Davy et de Berzelius, en insistant plus particulièrement sur le système dualistique de ce dernier. Grâce à sa nomenclature rigoureusement scientifique, Berzelius réussit à créer un système simple de symboles chimiques. C'est sa conception dualistique qui, appliquée à la Chimie organique, donne naissance à la théorie des radicaux, déjà esquissée par Lavoisier. La lutte entre les conceptions dualistique et unitaire se termine par la fusion de la théorie des radicaux avec celle des types. On précise définitivement les notions d'atome, de molécule et d'équivalent.

L'objet du septième chapitre, *l'évolution des théories chimiques depuis le milieu du XIXe siècle* est trop près de notre époque pour qu'il soit nécessaire d'insister sur les détails. L'auteur rend un compte très exact des vicissitudes à travers lesquelles a passé la notion de valence; il expose la genèse de la théorie de structure et du système périodique des éléments. Après un aperçu de la théorie de la dissociation électrochimique d'Arrhenius, il signale les principaux progrès faits par la chimie expérimentale pendant ces derniers temps et qui, semble-t-il, sont sur le point de changer profondément l'orientation de la science.

Le huitième chapitre, trop sommaire, à notre avis, traite de l'évolution de l'*enseignement de la chimie*, de ses écoles et de sa littérature.

Ce livre se distingue par la clarté de son plan et par une concision remarquable; mieux que les ouvrages d'une envergure plus grande, il nous semble appelé à rendre des services aux personnes désireuses de s'orienter rapidement dans le domaine encore insuffisamment éclairé, par endroits, de l'Histoire de la Chimie. Le style laisse parfois transparaître la phraséologie suédoise; l'auteur ferait bien, pour une nouvelle édition, de faire quelques légères retouches.

ALFRED GRADENWITZ,
Docteur ès Sciences.

Solaro (Al.). — **Studio microscopico e chimico pel riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli, pelliccie, sete naturali, sete artificiali** (*Etude microscopique et chimique pour la différenciation des fibres végétales, laines, poils, duvets, soies naturelles et artificielles*). — *Un volume in-4° de 432 p. avec 400 micrographies* (*Prix*: 25 *fr.*) *Ulrico Hoepli, éditeur, Milan*, 1914.

L'auteur, qui est chef du Laboratoire de la Douane à Rome, a étudié les caractères microscopiques et chimiques des produits filamenteux utilisés dans l'industrie textile ou constituant, comme les peaux, des objets de commerce.

Les caractères microscopiques de toutes ces fibres sont soigneusement décrits et peuvent être contrôlés sur les nombreuses micrographies qui illustrent l'ouvrage; grâce à ces images, il est facile, par comparaison, de reconnaître la nature de fibres soumises à l'examen. L'auteur a résumé également, dans des tableaux fort clairs, les caractères chimiques qu'une longue expérience lui a permis de contrôler; il a donné pour tous les tissus le procédé d'analyse quantitative qui lui paraît le plus simple et le plus sûr.

Bien souvent, d'ailleurs, l'examen microscopique des produits filamenteux dans le sens longitudinal est insuffisant pour permettre un diagnostic précis; il convient alors de procéder à des sections transversales des fibres et d'examiner au microscope les coupes minces obtenues; on constate ainsi de nouveaux caractères des fibres, qui sont visibles dans de nombreuses microphotographies.

L'ouvrage est, à notre avis, d'une portée considérable, non seulement pour les industriels, qui y trouveront des méthodes précises pour apprécier la qualité et la valeur des tissus, des pelleteries, etc., mais encore pour le médecin légiste, à qui il permettra de résoudre nombre de problèmes du plus grand intérêt pour les enquêtes judiciaires. L'effort personnel de l'auteur est des plus importants; nous regrettons seulement qu'une absence complète de bibliographie et d'historique ne permette pas de l'apprécier au premier coup d'œil.

V. BALTHAZARD.

3° Sciences naturelles

Carpentier (Abbé A.). — **Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France.** (*Extrait des Mémoires de la Société des Sciences de Lille*, et *Mémoires de la Société Géologique du Nord, t. VII, n° 2*). — *1 vol. petit in-4°, de 427 pages, avec 87 cartes et coupes dans le texte, 2 planches de coupes hors texte, 11 planches phototypiques. Imprimerie L. Danel, Lille*, 1913.

Ce travail, présenté comme thèse de Doctorat ès sciences naturelles à la Faculté des Sciences de Lille en juillet 1913, comprend trois parties : la première est consacrée à l'étude du Calcaire carbonifère de l'Avesnois, la seconde à l'étude du Bassin houiller de Valenciennes. Dans une troisième partie, annexée aux deux premières, l'auteur décrit les animaux et les végétaux fossiles, qui lui ont donné lieu à des observations nouvelles.

Les études de M. Vaughan sur le Sud-Ouest de l'Angleterre, de M. l'abbé G. Delépine sur la Belgique (voir à ce sujet l'article de H. Douxami dans la *Revue* du 30 août 1911, p. 658) ont depuis quelques années ramené l'attention des géologues sur la stratigraphie du Calcaire carbonifère. Le Calcaire carbonifère de l'Avesnois avait été l'objet de travaux approfondis de la part de M. le Professeur J. Gosselet et de son élève

M. L. Cayeux. Nos connaissances sur ce terrain pouvaient être regardées comme satisfaisantes, sinon comme définitives. Cependant M. l'abbé Carpentier n'a pas hésité à consacrer plusieurs années à l'étude détaillée d'une région déjà connue dans les grandes lignes. Il ne pouvait pas espérer modifier beaucoup les résultats obtenus par ses prédécesseurs; mais il a cherché à les compléter en précisant toute une série de points demeurés douteux ou obscurs.

M. Carpentier montre que le Calcaire carbonifère de l'Avesnois est extrêmement plissé; il décrit en détail la disposition des plis, leur direction et leur extension, ainsi que les failles transversales qui les recoupent. Il reprend l'étude des différentes assises du Calcaire carbonifère, distinguées par M. Gosselet. Il précise leurs caractères paléontologiques, leurs facies, leurs rapports avec les assises correspondantes du Viséen et du Tournaisien de la région de Dinant. Le Calcaire de Bachant, en particulier, avec ses intercalations de schistes sapropéliens à débris végétaux, à Crustacés et à Poissons, a fourni à l'auteur le sujet de plusieurs observations intéressantes et nouvelles.

Dans la deuxième partie de son travail, M. Carpentier étudie à nouveau la distribution de la flore dans les terrains houillers d'Anzin, de Crespin et de Bully-Grenay. Cette révision a été entreprise à l'instigation de M. Ch. Barrois, qui soupçonnait depuis longtemps que la structure du Bassin houiller du Nord de la France était plus compliquée qu'on ne l'avait supposé jusqu'alors. Les recherches de M. Carpentier confirment en grande partie les idées de MM. J. Gosselet et Ch. Barrois. Elles constituent la contribution la plus importante à la flore du Bassin houiller du Nord de la France, qui ait paru depuis les travaux célèbres de l'abbé Boulay et de M. R. Zeiller.

Pour toute la partie de la concession d'Anzin située au Nord du Cran de retour, M. Zeiller avait constaté que les couches se succédaient du Nord au Sud dans l'ordre ascendant : A 1, A 2, B 1, B 2. Pour toute la région située au Sud du Cran de retour, M. Zeiller n'avait eu à sa disposition que des documents insuffisants; il avait admis que ces couches étaient plus élevées que les précédentes : il les avait rangées dans la division B 3. Les recherches minutieuses de M. Carpentier établissent, au contraire, que ces couches se succèdent du Nord au Sud dans l'ordre descendant : B 2, B 1, A 2, A 1; elles représentent par conséquent le prolongement des couches septentrionales. C'est là un résultat très important pour la tectonique du Bassin. En ce qui concerne la région Nord, il convient toutefois de noter que les recherches stratigraphiques et paléontologiques de M. Ch. Barrois sur la concession d'Aniche font présager l'existence de plissements supplémentaires : il est probable qu'entre le bord Nord du Bassin et le Cran de retour, il n'y a pas une série régulière : A 1, A 2, B 1, B 2, mais que certains groupes de couches se répètent [1].

Pour le terrain houiller de Crespin, M. Carpentier confirme les résultats de M. Zeiller; ce terrain renferme la zone B 3 et la partie inférieure de la zone C. L'auteur n'apporte que peu d'éclaircissement à la question des relations de ce terrain avec celui d'Anzin.

Pour la concession de Béthune, M. Carpentier a vérifié que toute la région située au Sud de la faille Reumaux appartient bien à la zone C. Par contre, les couches situées au Nord offrent une disposition beaucoup plus tourmentée que celle que l'on soupçonnait au moment où M. Zeiller publiait la flore fossile du Bassin houiller de Valenciennes. On peut y distinguer deux paquets distincts : l'un situé à l'Est, où l'on trouve les zones A 2, B 1, B 2, et l'autre situé à l'Ouest, où l'on trouve les zones B 3, C.

La dernière partie du travail de M. Carpentier est entièrement paléontologique. Elle est illustrée par 11 planches représentant des fossiles nouveaux ou rares. Elle renferme : 1° la description des Crustacés : *Dithyrocaris* et *Acanthocaris*, trouvés par l'auteur dans le Calcaire de Bachant; 2° une révision critique de toutes les Sigillaires récoltées ou signalées par Boulay dans le Nord de la France; 3° la description de quelques fructifications de Ptéridospermées trouvées par l'auteur. Il convient de signaler ici tout spécialement : les graines et les étamines du *Sphenopteris* cf. *obtusiloba* auct. et les *Potoniea* ou étamines du *Nevropteris gigantea* Sternb. Les découvertes que M. Carpentier a faites sur les fructifications mâles et femelles des Ptéridospermées sont des plus remarquables; elles complètent heureusement celles de MM. Oliver et Scott, Kidston et Jongmans, Zeiller et Grand'Eury.

En somme, le travail de M. Carpentier représente un effort considérable; il renferme toute une série de découvertes originales sur le Carbonifère du Nord de la France et sur la flore du terrain houiller; il renferme en outre une source abondante de renseignements, qui seront fort appréciés des géologues et plus encore des paléobotanistes. Nous devons cependant reprocher à l'auteur la manière un peu trop rudimentaire dont il présente ses conclusions, et le peu de souci qu'il a de faciliter à ses confrères la lecture de son travail. Par exemple, il est regrettable qu'il n'ait donné nulle part la liste des espèces-guides qui lui servent à distinguer les différentes zones du Bassin houiller; cette omission rend très pénible l'interprétation des longues listes de végétaux houillers publiées par l'auteur.

Il serait exagéré d'insister sur ces défauts d'exécution. Il nous suffit de constater que, par la nature des découvertes signalées et par l'importance des résultats obtenus, le travail de M. Carpentier possède incontestablement une très grande valeur.

PAUL BERTRAND,
Maître de Conférences de Paléontologie houillère à l'Université de Lille.

Delage (Y.), *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne*, et **Goldsmith** (M.). — **La Parthénogénèse naturelle et expérimentale.** — 1 *vol. in*-18° *de* 342 *pages de la Bibl. de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Flammarion, éditeur. Paris*, 1914.

Dans cet excellent livre, Delage et Goldsmith viennent de mettre au point les résultats acquis depuis 1900 sur la Parthénogénèse provoquée. Ce lumineux exposé vient à son heure, car il semble bien que notre effort analytique arrive à un point mort. On le sent à l'examen des théories explicatives, dont la précision « ne s'acquiert guère que par l'introduction d'hypothèses non démontrées, en sorte que la théorie perd en solidité ce qu'elle gagne en profondeur ».

Condenser dans un petit volume maniable le prodigieux travail expérimental effectué sur un terrain neuf où tous les facteurs physiques, chimiques et même biologiques, ont été mis en cause : la tâche était difficile. Delage, conduit à la question parthénogénèse par ses études sur la mérogonie, a apporté, dès l'origine, une contribution capitale à cet effort. Il aurait pu suivre l'évolution de ses idées, et, dans l'ordre historique, discuter brillamment, comme il l'a fait maintes fois, les résultats d'autrui. L'exposé eût été plus personnel et plus attachant, mais aussi plus dogmatique et trop unilatéral. Les auteurs ont préféré un compte rendu complet et impartial, et ils ont eu le très grand mérite de le rendre non seulement accessible à tout esprit cultivé, mais utile aux chercheurs par la richesse et l'ordonnance de la documentation. Ils ont réussi à détacher les unes des autres les conceptions complexes des expérimentateurs, et, s'ils se défendent d'avoir rendu exactement « à chacun ce qui lui est dû », il faut reconnaître que les idées de Loeb, Lillie, etc., ont été réunies en des combinaisons fidèles et cohérentes, plus cohérentes peut-être qu'elles ne paraissent à la lecture

[1] CH. BARROIS. Étude des strates marines du terrain houiller du Nord, 1re partie. *Ét. des gîtes minéraux de la France. Serv. des topogr. souterr.*, Paris, 1912.

des mémoires où elles sont consignées. Ceci est une louange et non une critique.

La première partie du livre initie rapidement le lecteur à la parthénogénèse naturelle, même à ses caractéristiques cytologiques. Elle résume en quelques pages les traits principaux du premier développement chez les deux types où la parthénogénèse expérimentale a été le plus profondément scrutée : l'oursin et la grenouille. Une revue fidèle des expériences, suivant l'ordre chronologique, eût été un fatras inextricable.

Delage et Goldsmith ont eu l'excellente idée d'étudier séparément, dans des chapitres successifs, les facteurs mis en jeu. A chacune de ces cases, on trouvera groupés tous les résultats essentiels.

Aux *facteurs mécaniques*, les débuts de développement obtenus par Tichomiroff sur les œufs de vers à soie soumis au brossage, les évolutions larvaires provoquées ailleurs par l'agitation, etc.

Aux *facteurs physiques*, les essais de parthénogénèse électrique de Delage, les expériences de Loeb, Bataillon et Lillie sur l'action de la température ; un chapitre spécial est consacré à la pression osmotique qui a joué et joue encore un si grand rôle dans les interprétations.

Et c'est seulement avec les *facteurs chimiques* que paraissent à leur rang les premiers résultats de Loeb chez l'oursin, résultats attribués d'abord par leur auteur à une action spécifique des ions Mg, puis une série innombrable d'expériences : la parthénogénèse carbonique des œufs d'Astérie (Delage), l'action des acides et des alcalis dans les nouveaux traitements composites de Loeb et de Delage.

Un dernier groupe de facteurs, *les substances vivantes empruntées à l'organisme*, nous amène à la parthénogénèse traumatique des Amphibiens, si intéressante à rapprocher, soit des fécondations hétérogènes, soit des expériences d'irradiation d'Hertwig.

La documentation est éclaircie et complétée par l'intercalation de certains chapitres de physico-chimie sur la pression osmotique, sur les électrolytes, sur l'état colloïdal et la tension superficielle. En faisant leur profit de ces excellents articles de mise au point, les jeunes chercheurs garderont l'impression que le problème biologique déborde largement les formules de la Chimie physique.

Le terrain des faits une fois déblayé, nous passons à l'évolution des idées avec les théories de Loeb, de Delage, de Lillie, de Bataillon.

La part faite aux recherches et aux idées de Loeb est considérable, comme de raison. Il y a, soit dans l'exposé théorique, soit dans la discussion, un parfait résumé (complété à certains égards) de la « Fécondation chimique » (Loeb). Les plus longs développements sont consacrés au procédé appliqué actuellement à l'oursin, la parthénogénèse à deux phases : traitement cytolysant, membranogène, par les acides gras ou les alcalis ; traitement hypertonique ou arrêt momentané des oxydations.

Si les idées appellent de sérieuses critiques, l'hommage rendu à l'effort expérimental est sans réserves.

Delage développe ensuite sa propre théorie, basée sur la structure colloïde de la cellule. L'évolution comporte une succession régulière de coagulations et décoagulations. Si on déclanche le début des phénomènes, la série des changements continue dans l'ordre voulu. C'est l'idée qui lui a suggéré ses expériences au tannin et à l'ammoniaque. Des larves d'oursins, obtenues par cette méthode, ont pu se transformer complètement et arriver à un âge où leur sexe était reconnaissable.

La thèse de Lillie est prise sous le même angle. Il s'agit, au fond, d'une théorie générale de l'activation élémentaire embrassant la division cellulaire. Or, si l'hypothèse de la sortie des anions entraînant une chute de potentiel à la surface, et une nouvelle répartition des charges, qui crée la figure mitosique bipolaire; si cette hypothèse, disons-nous, n'encadre pas complètement ce qui est spécial à l'œuf vierge, il faut bien reconnaître que l'activation de l'œuf est solidaire du mécanisme de la division. Ajoutons la réserve que cette théorie, comme celles de Mc Clendon et de Newton Harvey, ne vise que l'activation.

La théorie de Bataillon est simplement signalée à sa place comme inséparable des expériences relatées à l'étude des facteurs. La lacune apparente est expliquée très simplement par le jugement que portent les auteurs quelques pages plus loin : à cette conception « ne s'applique, ni l'éloge d'être une théorie pénétrante et fouillée, ni le blâme d'avancer plus que ne contiennent les faits ».

Le professionnel, arrêté sur cet important ouvrage par la grande autorité de Delage, y cherchera peut-être l'idée directrice d'une synthèse. L'analyse de la parthénogénèse expérimentale des Amphibiens a permis d'isoler deux temps qui rappellent singulièrement les deux phases distinguées par Loeb chez les oursins. Evidemment, les mécanismes de l'activation et de la régulation sont obscurs. Sur le deuxième phénomène, les explications de Loeb sont trop verbales ; et celles qu'il nous donne pour le premier (quelle que soit la variante à laquelle on s'arrête) se heurtent aux nombreuses difficultés que Delage a bien mises en lumière. Delage a donc le droit d'être sceptique relativement aux processus dissociés quand on les oppose l'un à l'autre : le second devenant le correctif d'une cytolyse, avec son facteur propre, en fécondation comme en parthénogénèse. Mais, chez deux types très éloignés l'un de l'autre, les deux *temps* sont *isolables*. Et si nous ne sommes satisfaits, ni par la cytolyse, ni par la vague guérison dont parle Loeb, il faudra bien invoquer d'autres données, et traduire les faits dans un autre langage.

Le langage de la Chimie physique (états colloïdes, transport d'ions) donne l'illusion facile d'une « analyse fouillée ». On l'applique ici comme à un élément vivant quelconque, sans nous renseigner sur un cas très spécial ; sans nous dire en quoi l'œuf activé diffère de l'œuf fécondé, ni comment nous suppléons à l'élément mâle en équilibrant expérimentalement l'ontogénèse complète sur un œuf activé. Certains contacts de faits ont été établis, entre amphibiens et oursins qui rendent intelligible, dans quelque mesure, l'équilibration indispensable au développement régulier (Bataillon : *Annales des Sciences naturelles*, 1912). Quant à l'activation simple, le changement d'état qu'elle implique paraît surtout intéressant par la promorphologie qu'il conditionne, et qui relève de l'automatisme de l'œuf. Il y a donc quelques réserves à faire sur l'isolement plus ou moins complet des séries expérimentales, des méthodes et même des conclusions proposées. Tout n'est pas chaos dans les résultats acquis.

Mais il est évident qu'un parallélisme à peine ébauché ne pouvait arrêter Delage et Goldsmith. Leur ouvrage ne s'adresse pas seulement aux chercheurs, et des discussions d'ordre cytologique en eussent troublé l'économie générale. La démarcation tranchée établie entre les tendances et les groupes de faits qui les appuient est incontestablement pratique pour la masse des lecteurs. Par ailleurs, tous les professionnels apprécieront l'exactitude et l'impartialité scrupuleuse avec laquelle leurs résultats sont exposés et discutés.

Et si ce tableau fidèle des principaux éléments du problème laisse le biologiste un peu déconcerté, il trouvera encore dans la théorie de Delage un fil directeur : le rôle des *forces intrinsèques de l'œuf*. L'éminent expérimentateur voit là le point faible de sa conception, le rôle de ces forces n'étant point démontré. Or, ces facteurs internes apparaissent aussi soutenables que bien d'autres. Avec la régulation de l'appareil cinétique, avec les localisations germinales, visibles dans certains cas, et provoquées par les facteurs d'activation les plus divers, leur rôle émerge de plus en plus nettement, et ce rôle, le langage de la Chimie physique est provisoirement impuissant à l'encadrer.

E. Bataillon.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Avril 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Bilimovitch** : Sur les transformations canoniques des équations du mouvement d'un système non holonome. — M. **L.-E. Bertin** : Calcul de l'augmentation du chargement ou de la vitesse pouvant être obtenue par l'accroissement de dimensions des navires.

2° Sciences physiques. — M. **G. Gouy** a déterminé le pouvoir absorbant de l'arc voltaïque pour ses propres radiations. Jamais on n'observe, à beaucoup près, une opacité complète de la vapeur métallique pour la raie qu'elle émet; le pouvoir absorbant est compris en 0,5 et 0,7 pour les raies très intenses, et moindre pour les raies plus faibles. — MM. **L. Dunoyer** et **R.-W. Wood** ont mesuré photométriquement la variation de l'intensité de la résonance superficielle de la vapeur de sodium sous l'excitation des raies D. Les raies émises par résonance sont beaucoup plus fines que les raies excitatrices; leur largeur est de l'ordre de 0,03 A. Il y a un minimum d'intensité très accusé au centre des raies D. — M. **F. Ehrenhaft** : Sur les quantités minima d'électricité et l'existence de quantités (quanta) plus petites que la charge d'un électron (voir p. 420). — MM. **Alb. Perrier** et **H. K. Onnes** ont reconnu que la variation de densité de l'oxygène, par dilution dans l'azote, ne fait que modifier son aimantation spécifique sans faire varier sa constante de Curie. Le champ moléculaire varie sensiblement comme la densité de l'oxygène, c'est-à-dire en raison inverse de la troisième puissance de la distance moyenne des molécules d'oxygène. — M. **R. Fosse** décrit une méthode de dosage quantitatif gravimétrique de l'urée, par pesée de son dérivé dixanthylé.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Bergonié** déduit de l'étude de la courbe des dépenses nycthémérales d'énergie que les heures qui conviennent le moins bien aux repas importants sont de midi à 1 heure et de 7 à 8 heures du soir, car la courbe des besoins énergétiques va passer quelques instants après par deux minima, et tout gros repas pris à ce moment ne peut que surcharger le foie. L'heure la meilleure pour le principal repas est 7 h. 30 du matin, au moment où la courbe des dépenses s'élève rapidement; un autre petit repas sera bien placé vers 4 h. 30 du soir et un repas moyen vers 8 heures. — M. **A. Laveran** a constaté qu'un *Macacus cynomolgus* ayant l'immunité pour le kala-azar méditerranéen s'est montré réfractaire au kala-azar indien, alors qu'un *M. cynomolgus* témoin contractait une infection rapidement mortelle; on peut donc conclure à l'identité des deux virus.

Séance du 20 Avril 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Gunther** : Sur la théorie générale des systèmes d'équations aux dérivées partielles. — M. **Considère** étudie le retrait du béton armé et son influence sur les efforts développés dans les constructions. Il montre que le chiffre indiqué par M. Rabut est beaucoup trop faible et que les valeurs proposées par la Commission officielle du Ciment armé en 1905 doivent être maintenues. — M. **M. Moulin** a évalué l'influence de la raquette sur le développement concentrique des spiraux des chronomètres. Pour l'annuler, il suffit de modifier la courbe terminale en éloignant son centre de gravité des goupilles de raquette d'une quantité égale à $0,36\, r^2/l$, r et l étant le rayon et la longueur de la courbe. — M. **P. Chofardet** a calculé les éléments et les éphémérides de la comète Kritzinger (1914 *a*).

2° Sciences physiques. — MM. **M. Hamy** et **G. Millochau** ont étudié les effets des variations de voltage sur l'intensité des radiations d'arc obtenues avec un dispositif alimenté avec du courant alternatif. Le temps de pose nécessaire pour impressionner la couche sensible de façon à obtenir des raies d'aspect identique sur les spectrogrammes est représenté par l'expression $T = kV^{-9}$, V étant le voltage aux bornes du secteur et k une constante. — MM. **J. Bielecki** et **V. Henri** montrent que le spectre d'absorption d'un corps contenant deux chromophores peut être représenté par la formule générale $\varepsilon = p\alpha_1 ve^{-\beta_1(\nu-\nu_1-\Delta\nu)^2} + p\alpha_2 ve^{-\beta_2(\nu-\nu_2-\Delta\nu)^2}$, dans laquelle α_1, β_1 et ν_1, α_2, β_2 et ν_2 sont les constantes caractéristiques de chaque chromophore, p est l'effet hyperchrome et $\Delta\nu$ l'effet hypsochrome exercés par les deux groupements l'un sur l'autre. Si les deux chromophores sont voisins, p est petit et $\Delta\nu$ grand; si ces deux groupements sont éloignés dans la molécule, p est grand et $\Delta\nu$ est petit. — MM. **E. Cornec** et **G. Urbain** ont reconnu que la méthode cryoscopique est applicable à la détermination des sels doubles, en équilibre avec leurs constituants, qui peuvent se former par le mélange de deux solutions de sels simples. — M. **F. Diénert** a réalisé avec un colorimètre Duboscq et une lampe à projection un néphélomètre qui permet de mesurer les matières cristallisées ou colloïdales en suspension dans un liquide, une eau minérale, une eau potable, ou la quantité de bactéries en suspension dans une culture sur bouillon. — M. **F. Pisani** a constaté que certains échantillons de calcite jaune et même incolore présentent une très belle phosphorescence par la chaleur. Comme l'un d'entre eux ne contient point de terres rares, la phosphorescence ne peut leur être attribuée. — M. **O. Lehmann** montre que ce n'est pas une surpression, mais une dépression qui règne à l'intérieur des cristaux liquides en voie de bourgeonnement (formes myéliniques), comme on peut le reconnaître aux effets de succion qu'ils exercent pendant leur accroissement. — MM. **Ch. Moureu** et **J.-Ch. Bongrand** ont constaté que l'ammoniaque, les amines primaires et secondaires attaquent énergiquement le sous azoture de carbone en se fixant sur la liaison acétylénique. Les produits obtenus s'hydrolysent sous l'action des acides étendus en régénérant la base, d'une part, et de l'autre en formant HCAz et de l'acide cyanacétique. — MM. **A. Haller** et **Ed. Bauer**, en faisant réagir l'amidure de sodium sur l'allyldiméthylacétophénone dissoute dans peu de benzène, ont obtenu la 3 : 3 : 5-triméthylpyrrolidone-2, F. 92°, dont les auteurs ont fait d'autre part la synthèse totale en partant de l'acide mésitonique. — M. **J. Wolff** montre que l'acidité de la pomme, insuffisante pour gêner l'action de l'oxydase de la pomme, permet simultanément la production de phénomènes de réduction. En humectant une tranche de pomme avec KI amidonné, on voit apparaître une coloration bleue; le pigment formé par l'oxydase a été réduit par H de HI, mis lui-même en liberté par l'acide du fruit. — M. **J. Balland** a reconnu que la diminution du gluten qu'on observe actuellement dans les farines de la région de Paris n'est pas due uniquement à une dégénérescence de nos blés, mais aux modes de mouture qui éliminent les germes et les parties du blé les plus azotées, à la blancheur des farines qui nécessite un blutage plus parfait et à leur hydratation venant du mouillage exagéré des blés.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Le Cerf** a étudié une chenille de Lycénide trouvée par MM. Alluaud et

Jeannel dans une galle d'Acacia dans l'Afrique orientale. Cette galle était habitée par une colonie de fourmis du genre *Cremastogaster*, qui élevait la chenille incapable de sortir de la galle. — M. **N. Bezssonoff** présente ses recherches sur la formation du périthèce et la délimitation des ascospores chez les Erysiphacées. — M. **L. Joleaud** a reconnu que la chaîne numidique se poursuit à l'E jusqu'au voisinage de la frontière algéro-tunisienne, où elle tourne brusquement vers le NNE, dessinant ainsi dans le nord de la Tunisie un rebroussement comparable à celui des plis aurasiens. — M. **R. César-Franck** étudie les relations entre les deux types de côtes du littoral méridional de l'Angleterre et leur constitution géologique. Ils présentent, cependant, un caractère commun : leur division en une série de courbes ouvertes vers le Sud.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Avril 1914.

M. **L.-E. Bertrand** signale les bons résultats obtenus par l'emploi thérapeutique de l'émétine et de l'ipéca dans la dysenterie amibienne, la dysenterie spirillaire, la diarrhée des pays chauds, les abcès du foie, l'hémothorax, les hémoptysies et hémorragies intestinales, etc. — M. **P. Ménétrier** a étudié les thromboses pneumococciques des artères du cerveau. Le caillot est essentiellement formé de leucocytes englobés dans un réseau de fibrine à l'intérieur duquel se rencontrent les pneumocoques. Ces thromboses peuvent avoir pour conséquence le ramollissement cérébral et même l'hémorragie. — M. **Barthe de Sandfort** décrit sous le nom de *kérithérapie* une nouvelle application thermale des cires minérales ou paraffines, utilisées aux températures de 50° à 100°. Après immersion dans un bain de paraffine liquide, le corps se recouvre d'une carapace non adhérente exerçant une compression continue très douce, qui régularise la circulation et stimule la vitalité générale ; c'est un traitement de choix pour le rhumatisme, la sciatique, la goutte, les varices, l'obésité. — MM. **Dausset** et **A. Hanriot** ont constaté que le bain progressif alternant (successivement chaud et froid, avec des écarts de température pouvant atteindre 30°) produit une véritable gymnastique vasculaire sans à-coup, mais d'une très grande énergie. — M. **L. Gaucher** montre que la coagulation du lait n'est nullement nécessaire à sa digestion. Elle est même souvent nuisible, en exigeant de l'estomac un travail musculaire excessif. L'addition d'antilab au lait, en empêchant sa coagulation, accroît sa digestibilité et a donné d'excellents résultats dans la gastro-entérite intestinale.

Séance du 21 Avril 1914.

MM. **M. Letulle, A. Bergeron** et **A. Lépine** ont reconnu, par la réaction de Wassermann confirmée par des recherches anatomo-pathologiques, qu'à Paris, parmi la population des hôpitaux, le cinquième au moins des tuberculeux pulmonaires se trouve, en outre, les victimes inconscientes d'une syphilis plus ou moins latente, bien qu'encore en pleine activité. — M. **H. Bourgeois** a obtenu de bons résultats dans le traitement de l'asthme par les injections intra-trachéo-bronchiques de novocaïne-adrénaline; pratiquée au moment d'une crise, l'injection détermine au bout de dix minutes une diminution subjective de la dyspnée ; puis, peu à peu, la respiration devient plus fréquente, plus facile, et le malade quitte la position assise pour se coucher et même pour dormir. — M. **A. Siredey** a rencontré l'éosinophilie locale 14 fois sur 32 tumeurs malignes de l'utérus; c'est un élément de protection contre les poisons provenant des cellules cancéreuses. — M. **Alb. Mathieu** montre que le syndrome fausse ascite et clapotage abdominal présente un grand intérêt séméiologique pour le diagnostic de l'occlusion intestinale.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 27 Mars 1914.

M. **C. Tanret** extrait la choline du seigle ergoté à l'état d'iodure. L'iodure de choline est un beau sel cristallisé en tablettes rectangulaires, non hygrométrique, extrêmement soluble dans l'eau froide. Il se dissout dans quelques parties d'alcool absolu bouillant d'où il cristallise par refroidissement; l'alcool n'en retient que 1/70 de son poids. Il fond au bloc Maquenne à 251°. Ce sel étant très facile à purifier, il sera donc plus avantageux dans les recherches de la choline de retirer celle-ci à l'état d'iodure que de chlorure, ce dernier tombant rapidement en déliquescence et étant ainsi peu maniable. — M. **V. Auger** a obtenu de l'azurite en traitant la malachite artificielle hydratée par CO^2, sous une faible pression, en présence d'une petite quantité d'azurite servant d'amorce à la réaction. On peut aussi opérer en précipitant un sel de cuivre par un excès de $NaHCO^3$, et laisser en flacon bouché le précipité formé, en présence d'azurite. Le sel double $CuNa^2(CO^3)^2 . 3 H^2O$, traité par CO^2 sous une forte pression, fournit facilement l'azurite + $NaHCO^3$. On obtient facilement le sel anhydre $CuNa^2(CO^3)^2$ en petits cristaux d'un beau bleu de cobalt, en maintenant au *b.-m.* une solution saturée de Na^2CO^3 et $NaHCO^3$ dans laquelle on a fait dissoudre à refus le sel hydraté. Il est vraisemblable que le système malachite + CO^2 $\rightleftarrows$ azurite + H^2O est un système réversible et que la transformation malachite $\rightarrow$ azurite a lieu déjà en présence de CO^2 sous une tension très faible. — M. **P. Freundler** a étudié l'*acide méconine-carbonique* et quelques-uns de ses dérivés, notamment l'*homopipéronylamide*, que ses relations avec l'hydrastine rendaient plus particulièrement intéressante. Il n'a pu toutefois, jusqu'à présent, transformer ce composé en nordéhydrohydrastine par aucune des méthodes classiques. — M. **M. Sommelet** a effectué la synthèse de l'aldéhyde cuminique par la méthode suivante : l'isopropylbenzène se condense avec $ClCH^2OCH^3$ en présence de $SnCl^4$ en donnant le *chlorure de p-isopropylbenzyle* $(CH^3)^2CH\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2Cl$, $Eb_{15} = 110°$. Ce dérivé halogéné, traité en solution hydroalcoolique bouillante par l'hexaméthylène-tétramine fournit l'*aldéhyde p-isopropylbenzoïque* douée d'une forte odeur de cumin et identique à l'aldéhyde cuminique naturelle. — MM. **Cousin** et **Volmar** ont repris l'étude des corps désignés sous le nom de nitriles salicyliques. Il résulte de leurs recherches que le seul dérivé qui puisse être désigné sous le nom de nitrile salicylique, ou orthocyanophénol, est le corps obtenu dans la déshydratation de la salicylaldoxime et qui fond à 98°. Le dérivé fusible à 195°, obtenu par Grimaux dans l'action de l'anhydride phosphorique sur la salicylamide et désigné dans quelques ouvrages sous le nom de nitrile salicylique, est la disalicylamide. Un 3e corps fusible à 300°, découvert par Limpricht dans l'action de la chaleur sur la salicylamide et considéré par Grimaux comme un polymère du nitrile salicylique, est une trioxytriphényltriazine. Cette triazine, en effet, traitée par le zinc et la lessive de potasse, est transformée en trioxytriphénylglyoxaline avec dégagement d'ammoniac, réaction qui fixe la constitution du polynitrile salicylique de Limpricht et Grimaux.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 12 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. D Oldham** : *Effet des alluvions du Gange sur le fil à plomb dans le nord de l'Inde.* L'auteur montre que : 1° les déviations locales du fil à plomb produites par la topographie souterraine le long des régions entourant le bord sud de l'Himalaya sont d'une grandeur telle que les observa-

tions faites dans les stations situées dans cette région ont peu de valeur géodésique, à moins qu'on ne tienne compte de la topographie invisible autant que de la topographie visible ; 2° il n'y a pas de justification géodésique de l'hypothèse de l'existence d'une faille profonde et étroite remplie de matériaux de densité moindre que la roche encaissante, ou d'une modification des conclusions concernant la forme du palier de la dépression gangétique tirées des observations géologiques.

2° Sciences physiques. — M. H. M. **Macdonald** : *La transmission des ondulations électriques le long de la surface terrestre.* L'auteur obtient une série qui représente la force magnétique en tout point à la surface de la Terre, quand l'oscillateur est aussi sur cette surface; la série converge rapidement pour de grandes valeurs de θ (distance angulaire à l'oscillateur), et pour des valeurs pas trop grandes le premier terme constitue une approximation suffisante. Pour de petites valeurs de θ, la série converge très lentement. L'auteur a calculé une table donnant la valeur de l'amplitude à diverses distances pour différentes longueurs d'onde. — M. G. W. **Walker** montre que des perturbations arbitraires du type $te^{-\pi_0 t}$ conduisent par la méthode de Fourier à une forme de distribution de l'énergie, identique à celle qu'il a trouvée empiriquement pour représenter la radiation du corps noir. — M. W. R. **Bousfield** : *Note sur la pression osmotique.* La pression osmotique d'une solution est celle sous laquelle la pression de vapeur interne de la solution est amenée à égalité avec la pression de vapeur du solvant pur. C'est la compression de la solution qui élève sa pression de vapeur interne. L'hypothèse que les espaces intermoléculaires d'une solution sont remplis de vapeur qui s'y comporte comme un gaz parfait conduit à la même relation générale entre la pression de vapeur et la pression osmotique que les considérations thermodynamiques. Le fait anormal que la pression osmotique d'une solution décinormale de sucrose est plus grande à 0°C. qu'à 5° s'explique en faisant intervenir la constitution de l'eau et l'effet de la compression sur les molécules de glace. — M. G. T. **Beilby** : *Transparence ou translucence de la pellicule superficielle produite par le polissage des métaux.* L'auteur montre que de petits trous causés par des bulles de gaz dans le métal sont couverts d'une pellicule bleue translucente, à travers laquelle les rayons lumineux réfléchis par la surface concave du trou sont aperçus comme des taches rouges. Par l'action d'un solvant, la pellicule couvrant les trous peut être soit enlevée complètement, soit réduite à une épaisseur telle qu'elle devient parfaitement transparente. — MM. S. W. J. **Smith** et J. **Guild** ont fait l'*étude thermomagnétique du point de transition eutectoïde des aciers au carbone.* Le commencement de la transformation de l'eutectoïde par chauffage (Ac_1) a lieu à 735°, à $\pm 1°$ près; cette température est la même pour tous les aciers. Le changement inverse de la solution solide à l'eutectoïde par refroidissement (Ar_1) apparaît aussi clairement sur toutes les courbes thermomagnétiques, mais il est beaucoup plus complexe ; la température de transformation n'est pas constante : elle varie de 725 à 695°; elle est la plus élevée pour les aciers hypo-eutectoïdes et diminue avec la teneur en carbone. — M. S. G. **Brown** : *La stimulation de l'action chimique par les courants alternatifs.* Le passage d'un courant alternant rapidement à travers des piles voltaïques simples stimule l'action chimique, et les piles produisent une plus grande quantité de courant continu. Le courant alternatif empêche la pile de se polariser ou augmente le courant suivant les conditions.

Séance du 19 Février 1914.

1° Sciences physiques. — M. S. B. **Schryver** : *Recherches sur la formation des caillots. II. Formation d'un gel avec les solutions de cholate, ayant plusieurs propriétés analogues à celles des membranes cellulaires.* L'auteur, en chauffant des solutions de cholate de sodium en présence de sels tels que NaCl, $MgCl^2$, $(AzH^4)^2SO^4$, KF, a obtenu un gel qui n'est pas réversible par le refroidissement. L'addition de diverses substances organiques : alcools aliphatiques, acétonitrile, hydrate de chloral, méthyléthyl et méthylpropylcétone, etc..., retarde ou empêche la formation de gel; l'action inhibitrice est en général proportionnelle au pouvoir de ces substances d'abaisser la tension superficielle de l'eau ou encore à leur pouvoir narcotique.

2° Sciences naturelles. — M. G. E. **Smith** : *Le cerveau de l'homme primitif* (en particulier de l'homme de Piltdown). L'auteur retrace les difficultés qu'il a eues à reconstituer le crâne de Piltdown (*Eanthropus*) et la manière dont il les a surmontées La comparaison avec ceux des autres hommes fossiles montre que le petit crâne de l'*Eoanthropus*, quoique bien humain dans ses caractères, représente un type plus primitif et plus généralisé que celui du genre *Homo*. Néanmoins, il peut être considéré comme se rapprochant de près de l'espèce de crâne possédé par les premiers représentants de l'*Homo* réel et comme le type d'où les cerveaux des différentes races primitives d'hommes ont dérivé. D'après les traits de son cerveau, le *Pithecanthropus* doit être inclus dans la famille des *Hominidae*, mais lui et l'*Eoanthropus* peuvent être regardés comme des spécialisations divergentes du genre original de la famille. Le *Pithecanthropus* représente la branche non progressive qui survécut aux temps pléistocènes jusqu'à son extinction; l'*Eoanthropus*, le phyllum progressif d'où dérive le genre *Homo*. — Mlle D. J. **Lloyd** a étudié l'*influence de la position de la coupure sur la régénération chez le* Gunda ulvae : 1° La régénération des parties postérieures est indépendante de la présence des ganglions cérébraux ; 2° la régénération latérale au dessous du niveau des ganglions est indépendante de leur présence; 3° la régénération antérieure n'a lieu que si la pièce contient environ les deux-tiers des deux ganglions ; 4° les têtes hétéromorphiques sont formées par de courtes pièces de tête quand la coupure a traversé les ganglions; 5° le *G. ulvae* diffère de la plupart des autres Triclades et correspond aux Polyclades dans son mode de régénération. — M. J. W. **Stephens** : *Un nouveau parasite malarien chez l'homme.* L'auteur a trouvé dans une préparation de sang d'un enfant natif des Provinces centrales de l'Inde de nombreux parasites malariens qui diffèrent notablement du parasite tertiaire malin. Il est caractérisé par des mouvements amiboïdes très actifs, la rareté du cytoplasme, la non-proportionnalité de la chromatine moléculaire au volume du parasite. L'auteur considère ce parasite comme nouveau et le nomme *Plasmodium tenue*.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 Mars 1914.

MM. H. F. **Coward**, Ch. **Cooper** et J. **Jacobs** ont constaté que les mélanges H-O présentent une pression d'inflammation rapidement décroissante en augmentant la teneur en O, jusqu'à ce que cette pression devienne constante pour des teneurs en O de 60 à 85 %. De même le gaz électrolytique bien au-dessous de sa pression d'inflammation a pu être allumé après addition de quantités convenables d'Az, CO et même argon. — M. B. B. **Dey** a préparé les hydrazoximes du méthyl- et du phénylglyoxal et de plusieurs de leurs dérivés. — MM. G. M. **Bennett** et E. D. **Turner**, en faisant réagir le chlorure chromique anhydre sur une solution éthérée de C^6H^5MgBr, ont obtenu du chlorure chromeux et du diphényle, mais pas de dérivé organométallique du Cr. Par des réactions analogues on obtient le dibenzyle et le dinaphtyle avec de bons rendements. — MM. W.-E. S. **Turner** et C. Th. **Pollard** ont reconnu que le poids moléculaire d'un électrolyte est, en général, une fonction du caractère diélectrique du solvant : la dissociation électrolytique apparaît dans

les solvants à haute constante diélectrique, l'association moléculaire dans ceux à basse constante diélectrique. L'association d'un sel, en solutions modérément diluées, a lieu en général quand la constante diélectrique du solvant tombe au-dessous de 18. L'élévation de température diminue le degré d'association des sels. — M. C. J. **Peddle** a étudié la déliquescence des sels des bases ammonium, en entendant par ce terme la quantité d'eau absorbée par 1 gr. de substance. En général, l'ordre de déliquescence dans une série s'abaisse quand le poids moléculaire augmente ; parmi les sels haloïdes, le chlorure est le plus déliquescent, l'iodure le moins. L'introduction de radicaux aromatiques diminue fortement la déliquescence. — M. H. M. **Atkinson** a préparé quelques dérivés des acides *as*-dipropyl- et diamyloxamiques. — M. C. C. **Bissett** a étudié le système Ag-Ag^2S. L'argent et son sulfure sont seulement partiellement miscibles à l'état liquide ; tous les alliages contenant de 17 à 94 °/₀ de sulfure se séparent en deux couches par fusion et se solidifient à une température constante (903°). Ag et Ag^2S forment un eutectique contenant à peu près 99 °/₀ de sulfure et se solidifiant à 804°. — MM. H. H. **Hodgson** et A. G. **Dix** ont étudié l'action du soufre sur l'aniline en présence de HCl ; il se forme quantitativement de la trithioaniline, isolable à l'état de sels. — MM. R. H. **Pickard** et J. **Kenyon** ont observé que le 1-méthyl-α-naphtylcarbinol, F. 47°, surfondu à la température ordinaire, présente de la dispersion rotatoire anormale. — M. J. E. **Marsh** a préparé les sels suivants, qui renferment deux solvants de cristallisation, l'eau et le carbonate de méthyle : $KHgI^3.H^2O.3(CH^3)^2CO^3$; $AzH^4HgI^3.H^2O.2(CH^3)^2CO^3$; $RbHgI^3.H^2O.2(CH^3)^2CO^3$. — MM. P. F. **Frankland** et F. **Barrow** ont préparé les éthers menthyliques des acides chloroacétique, menthoxyacétique et méthylanilinoacétique. — MM. P. F. **Frankland** et W. E. **Garner** ont étudié l'action du chlorure de de thionyle sur l'acide *d*-lactique et le *d*-lactate d'éthyle ; ils ont obtenu l'acide *l*-chloropropionique et le *l*-chloropropionate d'éthyle. — MM. R. **Meldola** et W.-F. **Hollely** ont fait agir les amines primaires et secondaires sur la 2 : 3 : 5-trinitroanisidine de Reverdin et ont obtenu des dérivés où le groupe 2-nitré est remplacé par un résidu aminé ; les amines tertiaires ne réagissent pas. L'aniline fournit un composé existant sous deux formes tautomères différemment colorées et inconvertibles. — Mlle G. **Le Bas** indique une formule donnant le volume moléculaire au point d'ébullition : $273/Eb. = \left[1 - c\left(\frac{d_t}{d_0} - 1\right)\right]$; il suffit de connaître la densité à 0° et le point d'ébullition. La valeur de *c* est en moyenne de 0,460 — Le même auteur a étudié la constitution des oxydes d'Az et de P au moyen de leurs volumes moléculaires en se basant sur une théorie dérivée de celle de Kopp, ce qui l'amène à une constitution différente de celle qui est généralement acceptée.

Séance du 26 Mars 1914.

Séance générale annuelle. La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué :

Président : M. W. H. **Perkin** ;

Vice-présidents : MM. H. B. **Baker**, P. P. **Bedson**, H. T. **Brown**, C. T. **Heycock**, E. J. **Mills** et G. T. **Morgan** ;

Trésorier : M. Al. **Scott** ;

Secrétaires : MM. S. **Smiles** et J. Ch. **Philip** ;

Secrétaire pour l'étranger : M. A.-W. **Crossley**.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION CANADIENNE

Séance du 18 Décembre 1913.

M. E. **Kohlmann** étudie l'évolution des destructeurs d'ordures et décrit les différents types employés depuis l'origine. Il montre que l'incinérateur le plus efficace est celui du type le plus simple, condition remplie par le four à arbre.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 28 Janvier 1914.

M. J. **Harger** présente ses recherches sur la houille, en particulier sur l'action dissolvante de la pyridine, sur les propriétés coréfiantes des charbons et sur la présence de composés azotés dans la houille.

Séance du 25 Février 1914.

M. H. E. **Potts** fait une conférence sur l'antithèse entre la prédiction et l'invention en chimie, appuyée sur de nombreux exemples.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 27 Mars 1914.

M. A. E. **Forstall** expose les récents progrès de la fabrication du gaz d'éclairage [1].

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 26 Janvier 1914.

M. J. **Miller** décrit une méthode de campagne pour la détermination de l'oxygène dissous dans l'eau, basée sur l'addition de sulfate ferreux en solution sulfurique en présence de tartrate alcalin jusqu'à coloration d'une goutte de phéno-safranine employée comme indicateur.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 5 Février 1914.

MM. H. **Rubens** et H. **von Wartenberg** : *Contribution à nos connaissances des rayons résiduels à grandes longueurs d'onde.* A défaut d'une méthode permettant d'isoler, dans le rayonnement d'une source lumineuse, avec une pureté et une intensité suffisantes, un intervalle de longueurs d'onde donné, la méthode des rayons résiduels, basée sur la réflexion sélective de certaines matières, donne des résultats d'autant plus utiles que le nombre de ces rayons est plus grand et que leurs longueurs d'onde sont plus diverses. D'autre part, ces recherches donnent le moyen de calculer la fréquence des vibrations moléculaires propres. Dans l'intervalle situé entre 50 et 120 μ, on a jusqu'ici étudié dix groupes de rayons résiduels. Le présent travail continue ces recherches, en les étendant surtout aux rayons résiduels produits par les composés halogénés de l'ammonium et du thallium. Les substances à étudier, sous la forme de poudres fines, sont comprimées par une presse hydraulique, entre des pistons d'acier, à environ 300 atmosphères, de manière à former des plaques auxquelles on donne, au tour, des surfaces bien planes. Les auteurs se servent, le plus souvent, de quatre surfaces réfléchissantes, en ayant soin d'insérer, pour les déterminations des longueurs d'onde, faites à l'aide d'un interféromètre à quartz, une couche de quartz de 2 millimètres d'épaisseur, dans le chemin des rayons. Ils se servent de leurs résultats pour vérifier les formules de fréquence de MM. Madelung et Lindemann, dont ils établissent l'accord au moins approché avec les données de l'expérience.

Séance du 12 Février 1914.

MM. Th. **Liebisch** et E. **Korreng** : *Sur les phénomènes de cristallisation dans les systèmes binaires constitués par des chlorures de métaux monovalents et bivalents.* C'est la première partie d'un travail plus étendu, où seront étudiés les phénomènes de cristalli-

[1] Voir les articles de M. Desmarets dans la *Revue* des 15 et 28 février 1914.

sation lors du refroidissement des fontes, dans les systèmes de substances se prêtant particulièrement, par leurs chaleurs élevées de cristallisation et de conversion et par la rareté relative des phénomènes de retard, à l'étude de la nature et des intervalles d'existence de leurs phases cristallisées. Les auteurs déterminent, par l'analyse thermique et microscopique, les chlorures doubles et les séries de cristaux mixtes se présentant dans quarante-deux systèmes binaires. Leurs résultats permettent des considérations comparatives au sujet de la miscibilité et des facilités de combinaison des composants mis en œuvre. — MM. **W. Nernst** et **F. Schroers** : *Sur la détermination des chaleurs spécifiques aux températures très basses.* La méthode décrite dans des notes antérieures a été perfectionnée sous plusieurs rapports; le thermomètre de platine autrefois employé pour mesurer les températures a été remplacé par un élément de pile en cuivre-constantan. — MM. **L. Holborn** et **M. Jakob** : *Sur la chaleur spécifique de l'air entre* 1 *et* 200 *atmosphères.* Etant donnée l'insuffisance des recherches jusqu'ici faites sur la relation entre la chaleur spécifique des gaz et leur pression, les auteurs ont voulu déterminer c_p, d'abord pour l'air atmosphérique, à une température moyenne de 60°, entre 1 et 200 atmosphères, en se servant de la méthode des flux permanents, indiquée par Callendar. Le gaz en expérience passe à travers le calorimètre à pression constante, en flux uniforme, chauffé d'un nombre de degrés donné, par l'absorption d'une certaine quantité d'énergie électrique. En maintenant constantes les pertes données par la distribution des températures à la surface du calorimètre, mais en faisant varier la vitesse d'écoulement du gaz, on obtient plusieurs équations permettant de calculer c_p et les pertes. La chaleur spécifique de l'air, à pression croissante, augmenterait, d'après les résultats des auteurs, bien moins vite que d'après les recherches de Lussana, mais parfaitement d'accord avec les résultats du calcul basé sur l'effet Thomson-Joule, d'après la théorie de Von Linde. A 60°, l'accroissement entre 1 et 200 atmosphères est de 21 %.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Février 1914 (Suite).

M. K. Fredenhagen : *L'émission thermique d'électrons et l'effet photo-électrique du potassium.* Les expériences de l'auteur font voir que les effets d'émission thermique d'électrons que présente le potassium ne sont point dus au métal lui-même. Il existe un agent efficace, probablement gazeux, qui peut être chassé du métal ou rendu inactif par plusieurs procédés énumérés par l'auteur. Comme les expériences mettent en évidence l'inactivité de He, Ar, Az^2, l'agent en question ne saurait être identique à aucun de ces éléments. D'autre part, les expériences relatives aux phénomènes photo-électriques du potassium décrites dans le présent Mémoire conduisent à des résultats analogues à ceux des récentes expériences plus approfondies de MM. Hallwachs et Wiedmann. Entre l'émission thermique d'électrons et l'effet photo-électrique du potassium, il existe une relation évidente, l'une et l'autre étant diminuées par les mêmes opérations. Les rapports liant les causes de ces deux effets ne sont pas du tout nécessairement simples. Suivant le traitement qu'il subit, le potassium peut présenter un effet photo-électrique avec ou sans coefficient thermique. Sans pouvoir le démontrer d'une façon rigoureuse l'auteur trouve de nombreux arguments rendant plausible l'hypothèse suivant laquelle l'hydrogène serait l'agent efficace dans les deux ordres de phénomènes. — M. **F.-F. Martens** : *Au sujet des phénomènes se produisant dans les circuits vibratoires.* II. Parmi les processus les plus importants, au point de vue pratique, qu'on observe dans deux circuits accouplés, il faut compter les vibrations qui se produisent quand l'énergie n'existe d'abord que dans la capacité du circuit primaire. Dans le présent mémoire, l'auteur calcule les variables momentanées de deux circuits accouplés, dans le cas de faibles amortissements et d'un couplage moyen. Il fait voir qu'en dérangeant l'accord des deux circuits, on peut modifier le rapport entre les amplitudes des ondes d'accouplage à grande et à petite longueur d'onde respectivement et, par conséquent, établir des conditions d'extinction plus favorables qu'en faisant varier le degré d'accouplage — M. **Karl Czukor** : *Une relation thermodynamique entre la concentration et la chaleur spécifique des solutions fortement diluées et le coefficient de température des piles de concentration.* L'auteur étudie le phénomène suivant, observé en 1895, par A. S. Larsen : Pendant le refroidissement d'une solution chaude de chlorure de sodium, on observe, dans le cristallisoir, une quantité de couches bien définies et en apparence horizontales, qui disparaissent petit à petit, à mesure que le refroidissement avance. En répétant cette expérience avec un gradient de température vertical, l'auteur observe que le phénomène s'explique physiquement, par l'effet réciproque de la diffusion et de la conduction calorifique. Dans le présent Mémoire, il se livre à quelques considérations théoriques préliminaires au sujet des lois quantitatives existant entre les constantes physiques des couches (densité, température). — M. **A. Wigand** : *Déterminations de la conductibilité électrique dans l'atmosphère libre, jusqu'à* 9.000 *mètres d'altitude.* Les déterminations résumées dans le présent Mémoire ont été faites, lors de quatre voyages en ballon libre, avec l'appareil Gerdien légèrement modifié. La conductibilité électrique augmente, dans tous les cas, de plus en plus rapidement, à mesure qu'on s'élève à des altitudes plus grandes. Lors du voyage du 9 septembre 1913, la plus grande conductibilité, mesurée à 8.865 mètres au-dessus du niveau de la mer, a été soixante-huit fois plus grande que la conductibilité observée en même temps au niveau du sol. D'autre part, M. Wigand observe d'intéressantes relations aux différentes altitudes, entre la prépondérance de la conductibilité d'un signe donné et la formation et la dissolution de nuages, surtout de nuages d'orages. Ces relations d'un grand intérêt météorologique seront étudiées plus en détail, aussitôt que l'auteur disposera de données suffisantes. — M. **E. Everling** : *Déterminations de la chute de potentiel électrique dans l'atmosphère libre, à* 9.000 *mètres d'altitude.* Ces déterminations ont été faites lors de deux des voyages en ballon libre discutés dans le précédent Mémoire. La valeur provisoire de la chute absolue de potentiel, à 9.000 mètres d'altitude, est de 3,5 volt/m, c'est-à-dire parfaitement mesurable. Il semble que la chute de potentiel diminuerait d'après une loi exponentielle. — M. **F. Lüschen** : *Sur les résistances apparentes et quelques autres facteurs électriques des conducteurs doubles.* Discussion théorique appliquée à une expérience faite sur un câble récemment posé. — M. **K. Uller** : *Curieux phénomènes de mouvement présentés par un appareil centrifuge.* L'auteur rend compte de phénomènes de mouvement bien curieux présentés par un appareil centrifuge que le Prof. Konig, à l'Institut de physique de l'Université de Giessen, a fait construire pour étudier quantitativement le théorème des surfaces. Il explique ces phénomènes sur la base de la Dynamique classique. — M. **W. Meissner** : *Sur les conductibilités thermique et électrique du cuivre, entre* 20 *et* 373° *abs.* Les déterminations faites, à l'Institut physico-technique impérial, à Charlottenbourg, sur un même morceau de cuivre, entre 20 et 373° abs. (température de l'hydrogène liquide), font voir que la loi de Lorentz, aussi bien que l'hypothèse de la constance de la conductibilité thermique, ne peuvent représenter les faits observés.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 12 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **B. Kalicun** : Sur les produits des images projectives courbes dont les porteurs sont des courbes planes unicursales.

2° Sciences physiques. — M. **A. Dietl** a reconnu que la marche de la sorption avec le temps ne suit que dans très peu de cas la loi valable pour les systèmes hétérogènes, d'après laquelle la vitesse est proportionnelle à la chute de diffusion. Dans la plupart des cas, on observe une diminution de la valeur de k. Les mesures de vitesses sont bien représentées par l'équation de l'autocatalyse négative de premier ordre.

3° Sciences naturelles. — M. **J. H. Klintz** a étudié expérimentalement la régénération de la queue du loir. Elle consiste simplement dans la croissance d'une dernière vertèbre aux dépens du morceau de vertèbre resté à l'endroit arraché ou coupé, laquelle se recouvre de peau, puis d'une toison analogue à la touffe de la queue normale. — M. **V. Pietschmann** donne la description des Poissons recueillis au cours du huitième voyage de la *Najade*. — MM. **H. Przibram** et **A. Walther** ont mesuré les jeunes des pontes successives d'une seule et même femelle de mante religieuse d'Egypte (*Sphodromantis bioculata*); ils n'augmentent pas de grandeur. C'est le contraire de ce qui se passe chez les Vertébrés.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Février 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Jan de Vries**: *Involutions cubiques dans le plan.* Les points d'un plan forment une *involution cubique*, ou involution triple, lorsqu'on peut les classer en trois groupes de telle façon qu'à l'exception d'un nombre fini de points chaque point n'appartient qu'à un seul groupe. L'auteur ne considère que les involutions cubiques possédant la propriété qu'une droite quelconque ne contient qu'un seul couple et est donc le côté d'un seul triangle de l'involution. Les droites du plan sont alors rangées en même temps en une involution cubique. Il est supposé, en outre, que les points d'un triplet ne sont jamais en ligne droite et que les droites d'un triplet ne passent jamais par un même point. — MM. E.-F. et H.-G. van de Sande Bakhuyzen présentent un travail de M. **J.-E. de Vos van Steenwijk** : *Post-scriptum à la communication*: « *Recherches concernant les termes de période à peu près mensuelle dans la longitude de la Lune d'après les mesures au méridien du Greenwich.* » Rectification de chiffres. — MM. D.-J. Korteweg et J. Cardinaal présentent un travail de M. **H.-J.-E. Beth**: *L'enveloppe des ellipses osculantes décrites par l'image d'un mécanisme à deux degrés de liberté, dont les nombres vibratoires principaux sont presque égaux entre eux.* Dans ses précédents travaux sur le même sujet, l'auteur avait considéré les enveloppes des figures de Lissajous décrites par un tel mécanisme presque exclusivement au point de vue dynamique, de sorte que les propriétés purement géométriques, ainsi que la forme des courbes en dehors du domaine du mouvement n'étaient pas examinées. En outre l'auteur s'était borné à des cas simples. Dans la présente note il examine, à un point de vue plutôt géométrique, le cas où les deux vibrations composantes ont même période.

2° Sciences physiques. — MM. H.-A. Lorentz et F.-A.-H. Schreinemakers présentent un travail de M. **J.-J. van Laar** : *Une nouvelle relation entre les grandeurs critiques et l'uniformité de toutes les substances au point de vue thermique* (suite). L'auteur examine la forme de la fonction $b=f(v)$ Il considère d'abord des formes qui semblent tout indiquées, mais qui ne satisfont pas aux conditions précédemment établies. Il considère ensuite les formes possibles et pas trop compliquées: la forme générale de la relation donnée par van der Waals est la meilleure. — MM. H. Kamerlingh Onnes et J.-P. Kuenen présentent un travail de M. **E. Oosterhuis**: *Recherches magnétiques. XI. Modification à l'appareil cryomagnétique de Kamerlingh Onnes et Perrier.* Dans l'appareil modifié, la force que la substance à examiner subit dans le champ magnétique hétérogène, au lieu d'être déterminée par une méthode de compensation électromagnétique, est mesurée par une compensation à l'aide de poids. — MM. **Alb. Perrier** et **H. Kamerlingh Onnes** : *Recherches magnétiques. XII. La susceptibilité magnétique de l'oxygène solide dans deux états.* Les auteurs avaient conclu de leurs recherches antérieures qu'au passage de l'état liquide à l'état solide la susceptibilité de l'oxygène subit une brusque diminution. Ils avaient, en outre, remarqué que l'oxygène se présente sous deux états solides, un état gris-bleu, opaque, qui s'observe habituellement, et un vitreux, transparent. Il était probable que la transformation d'un de ces états dans l'autre serait également accompagnée d'un saut des propriétés magnétiques. Les nouvelles expériences ont appris que cette transformation, qui s'opère vers $-225°$ C., n'est pas accompagnée d'une modification magnétique notable; elle n'entraîne donc probablement pas de changement profond dans la structure moléculaire. Au point de solidification ($-218°,4$), la susceptibilité tombe à peu près à un tiers de sa valeur, mais à $-240°$ il se manifeste un nouveau saut brusque, par lequel la susceptibilité devient deux fois plus petite. L'oxygène est un nouvel exemple d'une substance qui à haute température suit la loi de Curie, mais s'en écarte tout à fait dans le voisinage du zéro absolu. — MM. **Alb. Perrier** et **H. Kamerlingh Onnes**: *Recherches magnétiques. XIII. La susceptibilité magnétique de mélanges liquides d'oxygène et d'azote et l'influence de la distance des molécules sur le paramagnétisme.* Ces recherches ont été entreprises en vue d'une explication des écarts à la loi de Curie-Langevin. Deux hypothèses sont possibles: ou bien la loi de l'équipartition est conservée, mais on doit admettre des polymérisations ou un champ moléculaire, ou bien on doit admettre une répartition de l'énergie suivant la théorie des quanta. Pour décider entre les deux genres d'hypothèses, il fallait faire des expériences dans lesquelles la distance des molécules paramagnétiques était variable; c'est pour cette raison que les auteurs ont étudié des mélanges liquides d'oxygène (paramagnétique) et d'azote (diamagnétique). Ces recherches ont appris que le coefficient d'aimantation spécifique de l'oxygène croît à mesure que la concentration diminue, et tend vers des valeurs satisfaisant à une proportionnalité inverse à la température absolue. Les écarts à la loi de Curie-Langevin, présentés par l'oxygène pur aux basses températures, proviennent d'une diminution de la distance des molécules; cette diminution influe sur l'aimantation spécifique, mais non sur les constantes de Curie. La théorie de Langevin, complétée par l'hypothèse d'un champ moléculaire négatif, suffit pour expliquer ces particularités; le champ moléculaire de l'oxygène est sensiblement proportionnel à la densité. — M. **H. Kamerlingh Onnes**: *Nouvelles expériences avec l'hélium liquide. I. L'effet Hall et la variation magnétique de la résistance aux basses températures. IX. La production d'une résistance galvanique dans des supra-conducteurs, placés dans un champ magnétique, pour une certaine valeur du champ.* Un fil de plomb, rendu supra-conducteur par immersion dans l'hélium bouillant, acquiert une résistance galvanique considérable lorsqu'il est placé dans un champ magnétique intense; cette résistance apparaît brusquement dans un champ d'environ 600 gauss (seuil) et augmente ensuite faiblement avec le champ. Par élévation de température, le champ pour lequel la résistance apparaît s'abaisse un peu. L'étain présente le même phénomène. La direc-

tion des lignes de force n'a pas d'effet sur le seuil du champ, mais l'effet longitudinal (lignes de force parallèles aux lignes de courant) est un peu plus faible que l'effet transversal. L'apparition d'une résistance à partir d'une certaine intensité de courant résulte de la production d'un champ magnétique par ce courant même. — MM. **H. Kamerlingh Onnes** et **E. Oosterhuis**: *Recherches magnétiques. XIV. Le paramagnétisme aux basses températures* (suite). Continuation des recherches antérieures; les auteurs ont examiné maintenant le sulfate ferreux, le palladium et l'alun ferrique. Le palladium s'écarte fort de la loi de Curie; par contre, l'alun ferrique suit cette loi dans toute l'étendue des températures observées (290° K — 14°7 K), ce qui peut être mis en rapport avec les résultats obtenus par MM. Perrier et Kamerlingh Onnes avec des mélanges d'oxygène et d'azote (voir plus haut). — MM. P. van Romburgh et H. Haga présentent un travail de MM. **F.-M. Jaeger** et **H.-S. van Klooster**: *Etudes dans le domaine de la chimie des silicates. I. Sur les combinaisons d'oxyde de lithium et de silice.* Etude du système Li^2O SiO^2 par les méthodes et les moyens actuels. A côté des modifications connues de la silice: quartz, avec les variétés α et β, tridymite (α, β et γ) et cristobalite (α et β), les auteurs ont tiré des fontes de mélanges d'oxyde de lithium et de silice trois silicates: le métasilicate Li^2SiO^3, le bisilicate $Li^2Si^2O^5$ et l'orthosilicate Li^4SiO^4. Ces composés ont été examinés au microscope, leurs points de transformation ont été déterminés. — M. **F.-A.-H. Schreinemakers**: *Equilibres dans les systèmes ternaires.* XIII. Examen du cas où la substance solide est un des composants du mélange. — MM. F.-A.-H. Schreinemakers et Ernst Cohen présentent un travail de M. **W.-P.-A. Jonker**: *Relation entre l'isotherme d'adsorption et les lois de Proust et Henry.* Il semble résulter de ce travail que la loi de partage et la loi des rapports constants sont des cas particuliers de l'isotherme d'adsorption. — MM. F.-A.-H. Schreinemakers et S. Hoogewerff présentent un travail de M. **W. Reinders**: *Les couples salins réciproques* $KCl + NaAzO^3 \rightleftarrows NaCl + KAzO^3$ *et la préparation du salpêtre de conversion.* Malgré l'importance technique de la transformation en question, à cause de son application dans la préparation du salpêtre de potasse, l'étude de cette transformation et des équilibres qui l'accompagnent n'avait pas encore été entreprise d'une façon systématique. L'auteur s'est proposé de combler cette lacune, et a étudié les équilibres à 5°, 25°, 50° et 100°; il en a tiré des conclusions relatives au rendement dans la préparation du salpêtre par cette transformation. — MM. A.-F. Holleman et P. van Romburgh présentent un travail de MM. **J. Boëseken** et **W.-D. Cohen**: *Sur la réduction des cétones aromatiques.* II. Les auteurs ayant observé antérieurement qu'en présence d'ions OH les cétones donnent du benzhydrol, ils se sont demandé si ce produit se forme par réduction ou par transformation de la pinacone, formée en premier lieu, en benzophénone et benzhydrol. Dans ce dernier cas, il faut que les pinacones provenant des cétones donnant en milieu neutre ou faiblement alcalin beaucoup d'hydrol soient transformées plus rapidement par l'alcali en un mélange d'hydrol et de cétone que celles provenant des cétones donnant dans les mêmes conditions peu d'hydrol. On peut même s'attendre à ce que la formation d'hydrol et la décomposition de la pinacone par les alcalis se fassent d'une façon rigoureusement parallèle. Tel est effectivement le cas. — MM. J.-D. van der Waals et A.-F. Holleman présentent un travail de MM. **A. Smits**, **A. Kettner** et **A.-L.-W. de Gee**: *Sur le phénomène pyrophorique dans les métaux.* Par des expériences dilatométriques, les auteurs prouvent que, dans le domaine de températures où le fer perd rapidement sa propriété pyrophorique, il se produit une notable augmentation de volume, ce qui semble prouver que le fer pyrophorique n'est pas en équilibre interne. — MM. J.-D. van der Waals et A.-F. Holleman présentent un travail de M. **A. Smits**: *Réponse aux remarques de M. Cohen sous le titre « Allotropie et équilibre électromoteur ».* — MM. S. Hoogewerff et A.-P.-N. Franchimont présentent un travail de **A.-J. van Peski**: *Sur une nouvelle méthode de préparation des anhydrides d'acides dérivés du carbone.* Par réaction d'anhydride sulfurique sur l'acide acétique au-dessous de 0°, l'auteur obtient de l'acide acétylsulfurique, qu'il transforme en sel sodique, d'où il tire ensuite l'anhydride acétique. Il a préparé d'une façon analogue l'anhydride butyrique et l'anhydride benzoïque.

3° Sciences naturelles. — MM. G.-A.-F. Molengraaff et K. Martin présentent un travail de M. **H. A. Brouwer**: *Les inclusions homœogènes de Kawah Idjen, Gountour et Krakatau et leurs rapports avec les roches effusives enveloppantes.* L'étude des inclusions est un moyen précieux pour la détermination de l'âge relatif des roches d'un même massif volcanique, surtout pour les volcans des Indes, qui sont constitués en grande partie par des matériaux meubles dans lesquels les dénudations naturelles sont rares. — M. **J.-K.-A. Wertheim-Salomonson**: *Electrocardiogrammes d'embryons humains survivants.* Observations faites sur des embryons nés par voie opératoire, âgés respectivement de six semaines et demi, huit semaines et cinq mois. L'interprétation des courbes enregistrées est très difficile, vu l'état de développement du cœur. — MM. H. Zwaardemaker et C.-A. Pekelharing présentent un travail de M. **C.-E. Benjamins**: *L'auscultation par l'œsophage et l'enregistrement des bruits cardiaques œsophagaux.* Description de la méthode employée pour faire l'auscultation par l'œsophage. Description des bruits observés; on entend nettement les bruits auriculaires, dont l'existence a été si souvent contestée. Ces bruits ont été enregistrés. — MM. L. Bolk et C. Winkler présentent un travail de M. **F. Theunissen**: *Sur le groupement des cellules motrices dans le cerveau d'Acipenser ruthenus et de Lepidosteus osseus.* Comparaison du cerveau de ces deux poissons avec les observations faites par Drooglever Fortuyn, chez l'*Amia calva*. Cette comparaison a appris qu'en principe il existe une correspondance parfaite entre ces trois espèces de Ganoïdes au point de vue du groupement des centres moteurs et des racines des nerfs craniens. — MM. C.-A. Pekelharing et C. Winkler présentent un travail de M. **S. de Boer**: *Sur l'influence réflexe du système nerveux thoracique autonome sur la rigidité cadavérique chez les animaux à sang froid.* Expériences faites sur des grenouilles chez lesquelles on coupe d'un seul côté les *rami communicantes*; après la mort la rigidité se manifeste d'abord du côté où les muscles ne sont plus reliés à la moelle épinière par leurs voies nerveuses autonomes. L'élévation de température avance la rigidité. La rigidité cadavérique des muscles du squelette doit être considérée comme une dernière manifestation vitale de ces muscles sous l'influence de l'asphyxie. — M. J.-W. Moll communique un travail de Mlle **Tine Tammes**: *L'explication d'une exception apparente à la loi de Mendel.* Dans le croisement des variétés blanche et bleue du lin, on constate qu'à partir de la seconde génération le rapport des nombres d'individus blancs et bleus n'est plus d'accord avec la loi de Mendel: il y a trop peu de plantes à fleurs blanches. Ce défaut est dû à deux causes: il se produit relativement trop peu de semences blanches et le pouvoir germinatif des semences blanches est plus faible que celui des bleues. Ces deux circonstances sont dues à une moindre force vitale de la combinaison de deux gamètes dépourvus chacun du facteur bleu.

J.-E. V.

Le Gérant: A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 10 30 MAI 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Le « clair de Terre » sur la Lune. — Quand le Soleil est disparu de notre horizon et que nous ne recevons pas ses rayons directs, sa lumière peut tout de même nous parvenir, indirectement et plus faiblement, réfléchie par le disque lunaire : c'est le clair de lune. Inversement, quand une portion du disque lunaire n'est pas éclairée directement par le Soleil, il arrive qu'elle soit tout de même faiblement illuminée par le « clair de Terre », c'est-à-dire par la réverbération des surfaces terrestres qui sont à ce moment-là exposées au Soleil. C'est le clair de Terre qui rend aisément visible le disque entier de la Lune dès les premiers jours de la nouvelle Lune : la « lumière cendrée » qui remplit tout l'intérieur du croissant non brillant est due à la lumière réfléchie par la Terre.

M. Frank W. Very[1] s'est proposé de déterminer l'éclat de cette lumière cendrée. Il l'a mesuré photométriquement en le comparant à celui des autres portions du disque lunaire directement frappées par les rayons du Soleil. Il trouve ainsi que l'éclat de la lumière cendrée est environ 1.600 fois plus faible que l'éclat moyen des parties de la Lune illuminées par le Soleil un peu avant le premier quartier.

M. Very conclut de ses mesures que l'*albedo*, c'est-à-dire le pouvoir réfléchissant moyen de la surface terrestre (Terre et atmosphère avec ses nuages), doit être voisin de 0,89. Il maintient aussi, en conséquence, que la valeur de la *constante solaire* (quantité de chaleur reçue du Soleil sous l'incidence normale par l'unité de surface d'un corps noir situé à la limite extrême de notre atmosphère) est plus grande que ne le croient certains auteurs et atteint 3,6 calories par centimètre carré et par minute.

Influence de la température sur la collimation. — Il est généralement admis, parmi les constantes des instruments méridiens, que les variations de la collimation sont assez lentes et peu sensibles, assez régulières, de sorte que cet élément n'a pas besoin d'être déterminé aussi fréquemment, par exemple, que l'inclinaison par le niveau. Cependant, S. Albrecht avait déjà noté des singularités dans la collimation du cercle d'Albany et montré que cette constante est en relation immédiate avec la température : il était donc légitime, comme le fait le même auteur (*Astronomical Journal*, n° 658-659), de voir de plus près quel est le mécanisme correspondant et d'examiner si la collimation ne dépend pas aussi du sens de la température, suivant qu'elle est croissante ou décroissante.

Il en résulterait que la valeur de la collimation serait soumise à deux périodes : l'une dépendant des variations diurnes de la température, l'autre fonction de l'amplitude annuelle de la température moyenne. Seul le second de ces effets a pu être décelé avec une rigueur satisfaisante : cela n'est pas pour diminuer la confiance que l'on peut avoir dans les instruments de passages mais cela montre, du moins, une fois de plus les précautions multiples dont il faut entourer les observations si l'on veut déduire des résultats de haute précision.

Quelques objections astronomiques à l'hypothèse de Ritz. — Nous recevons de M. J. Richard la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

Dans le numéro du 30 avril de la *Revue*, l'article de M. Houllevigue (Revue d'Optique), en particulier ce qu'il dit de la réalité de l'Éther, m'a beaucoup intéressé.

Il y a, du reste, contre l'hypothèse de Ritz sur l'émission de la lumière, des arguments d'ordre astronomique.

D'après Ritz, l'onde lumineuse est centrée sur point qu'occuperait la source si, au moment de l'émission, cette source conservait sa vitesse en grandeur et direction. (L'onde lumineuse, c'est le lieu des points atteints par la lumière à une même époque. Cette définition est indépendante de la théorie des ondulations.)

[1] *Astronomische Nachrichten*, n° 4696.

D'après cela, un point lumineux mobile ne serait pas vu à la place qu'il occupe réellement; on le verrait en avant de sa vraie place, sur la tangente à la trajectoire, à une distance égale au produit de sa vitesse par le temps que met la lumière à nous parvenir. Soit v la vitesse de l'astre, V celle de la lumière, et d la distance de l'astre à la Terre. Le temps mis par la lumière à nous parvenir est $\frac{d}{V}$, et par conséquent l'astre est en avant de sa vraie place, sur la tangente à la trajectoire à une distance $\frac{d.v}{V}$.

Si un astre très éloigné décrit dans l'espace un cercle de rayon a, sa trajectoire apparente sera, si la vitesse v est constante, un cercle ayant pour rayon l'hypothénuse d'un triangle rectangle de côtés a et $\frac{d.v}{V}$. Si a est négligeable devant l'autre côté, cet autre côté sera le rayon du cercle. Ce rayon sera vu de la Terre sous un angle égal à

$$\frac{206265'' \times v}{V}.$$

Or dans les étoiles doubles spectroscopiques, comme β du Cocher, ou dans les étoiles photométriques type Algol, on connaît v. Pour β du Cocher, v est supérieur à 100 kilomètres; donc le rayon est vu sous un angle de près de deux minutes. Les deux composantes de l'étoile se trouveraient donc séparées par un angle pouvant aller jusqu'à près de deux minutes (v est déterminé par l'effet Doppler, vrai dans toutes les théories).

Pour Algol, v dépasse 40; le rayon dépasserait 25″, le diamètre 50″. Algol semblerait donc osciller de cet angle, en tournant autour de son compagnon invisible.

On aurait des anomalies analogues pour les étoiles doubles ordinaires, et, si l'orbite était très excentrique, la vitesse au périastre étant maximum, l'étoile ne paraîtrait plus décrire une ellipse et, de plus, le mouvement ne serait pas conforme à la loi des aires.

La correction d'aberration faite par les astronomes serait toujours inexacte, car ils tiennent compte du mouvement de l'observateur, non de celui de la source.

Il est étonnant que ces objections à la théorie de Ritz n'aient pas été signalées. C'est au point que je me demande si j'ai bien compris l'hypothèse de Ritz. Elle est cependant énoncée très explicitement au début de son mémoire.

J. Richard,
Docteur ès sciences.
Professeur de Mathématiques
au Lycée de Châteauroux.

§ 2. — Physique

Phénomènes de décharge observés dans des ampoules en quartz. — M. R. J. Strutt[1] a étudié et interprété certaines expériences curieuses, signalées il y a quelques années par Jervis Smith:

1° Un récipient de quartz, dans lequel on a fait le vide, s'illumine quand on le met en rotation au voisinage d'un corps porté au potentiel de 1.000 volts. Le phénomène s'explique simplement. Supposons, en effet, le corps électrisé négativement : le potentiel, à l'intérieur de l'ampoule, étant plus faible dans les régions voisines du corps électrisé que partout ailleurs, l'électricité positive se déplacera vers ces régions, l'électricité négative ira en sens inverse, jusqu'à ce que le champ extérieur soit neutralisé. Si l'ampoule est mise en rotation, le mouvement de l'électricité est continu et provoque l'émission de lumière. Comme pour les tubes à vide ordinaires, les radiations émises sont caractéristiques du gaz résiduel quand la pression est relativement élevée; pour un vide très poussé, on observe surtout la fluorescence du quartz produite par les particules cathodiques.

2° Il suffit souvent de frotter l'ampoule énergiquement, par exemple avec la main, pour faire apparaître une luminosité très brillante et qui, sous certaines conditions, subsiste après le frottement. On peut d'ailleurs varier la forme de l'expérience. Si, le frottement ayant cessé, on met l'ampoule en rotation loin de tout corps conducteur, la luminosité disparaît; il suffit d'approcher la main ou tout autre conducteur en communication avec le sol, sans l'amener au contact, pour la rétablir. Si, après l'avoir frottée, on dispose l'ampoule dans un cylindre co-axial et qu'on la mette en rotation, pas de lueur; on fait apparaître la lueur en déplaçant le cylindre d'un côté, sans toucher l'ampoule. On fait également disparaître la luminosité par l'approche d'une flamme qui désélectrise l'ampoule. Toutes ces expériences se rattachent à celle décrite dans le paragraphe précédent et s'expliquent d'une façon analogue : le frottement électrise la surface extérieure de l'ampoule; supposons, pour simplifier, l'électrisation uniforme et positive; dans ces conditions, si le milieu entourant l'ampoule est parfaitement symétrique par rapport à l'axe de rotation, aucun champ électrique ne prend naissance à l'intérieur; mais, en approchant un conducteur mis au sol, on abaisse le potentiel des régions intérieures de l'ampoule qui passent au voisinage du conducteur. D'où des différences de potentiel et, par suite, un mouvement d'électricité.

3° Si l'on produit la décharge d'une bobine d'induction au voisinage d'une ampoule de quartz dans laquelle le vide a été très poussé, on observe ensuite la production d'une vive lueur qui persiste plusieurs minutes; le déplacement de conducteurs au sol au voisinage de l'ampoule rend la lueur tremblotante; l'approche, même lointaine, d'une flamme, la fait disparaître. Comme dans les expériences du paragraphe précédent, la luminosité est corrélative d'une électrisation de la surface extérieure de l'ampoule; cette électrisation est d'abord répartie inégalement et, comme les charges glissent sur la surface, il en résulte la production de champs électriques variables à l'intérieur; l'approche d'un conducteur au sol, qui accuse la dissymétrie de la répartition des charges, augmente l'intensité du phénomène. Il est certainement très curieux que les effets observés persistent aussi longtemps.

4° Après avoir frotté l'ampoule, on la met en rotation. Si la quantité d'électricité développée par le frottement est insuffisante, il peut arriver qu'aucune lueur ne soit visible. Mais sous l'action d'un champ magnétique (d'environ 800 unités) l'ampoule émet une lumière brillante qui dure dans certains cas plusieurs minutes. Si les pièces polaires entre lesquelles on fait tourner l'ampoule se terminent en pointe, la lueur prend la forme d'une bande brillante de 5 millimètres de large située à l'équateur. Voici l'explication qu'on peut donner du phénomène : chaque pièce polaire de l'électro-aimant agit d'abord comme un conducteur au sol et abaisse le potentiel des régions voisines de l'ampoule qui peuvent alors se comporter comme cathodes. La force électrique peut être encore, dans ces conditions, insuffisante pour provoquer la décharge; mais on sait qu'un champ magnétique abaisse le potentiel de décharge, d'où la raison de l'action exercée par l'aimant. Suivant cette théorie, les deux extrémités de la bande lumineuse qui s'établit dans la direction des pôles peuvent être considérées chacune comme une cathode, les autres régions de l'ampoule agissant comme anode. M. Strutt appuie sa théorie par une expérience faite sur un tube à vide contenant deux cathodes métalliques opposées, que l'on met en communication avec le pôle négatif d'une machine de Wimhurst; l'anode est dans une région normale à l'axe. Si l'électro aimant n'est pas excité, aucune décharge ne se produit;

[1] *Roy. Soc. Proc.*, novembre 1913.

sous l'action du champ magnétique on observe une luminosité entre les deux cathodes, dans le sens de l'axe de l'électro, comme pour les ampoules mises en rotation. A. B.

§ 3. — Électricité industrielle.

Installations électriques du chemin de fer à courant continu à haute tension Butte-Anaconda. — On s'est énormément occupé, depuis quelques mois, aux Etats-Unis, de la traction électrique au moyen du courant continu à haute tension, et particulièrement de la dernière des installations réalisées pour l'application de ce système, celle du *Butte, Anaconda and Pacific Railway*.

L'électrification de ce chemin de fer est remarquable pour deux raisons principales : tout d'abord parce qu'il y est fait usage du courant continu à 2.400 volts, et ensuite parce que cette entreprise représente le premier cas d'électrification où la traction à vapeur ait été remplacée par la traction électrique pour des raisons purement économiques.

Les lignes électrifiées du chemin de fer dont il s'agit vont des chantiers du chemin de fer, à Butte Hill, à proximité desquels se trouvent des mines de cuivre importantes, aux usines qui servent au traitement des minerais extraits, près d'East Anaconda ; leur longueur totale, y compris les voies de garage, les voies dans les gares, etc., est de 150 kilomètres approximativement (mesurée en simple voie); leur but principal est le transport des minerais; mais elles assurent aussi un trafic local important tant de marchandises que de voyageurs, entre Butte et Anaconda, villes qui comptent respectivement 65.000 et 10.000 habitants.

Le transport des matières — minerais de cuivre et autres — représente un mouvement d'environ 5.000.000 tonnes par an; il se fait dans des wagons en acier, pesant approximativement 18 tonnes à vide et pouvant contenir 50 tonnes de minerais; on forme des convois de 30 wagons chargés, représentant un poids total de 2.000 tonnes, dont la traction est assurée au moyen de locomotives doubles, entre les chantiers de Butte et ceux de Rocker, à quelques kilomètres de Butte; en ce dernier point, on combine des trains de 4.000 tonnes pour la ligne principale; aux chantiers d'Anaconda, les trains sont décomposés en convois de 1.400 tonnes qui sont dirigés vers la Smelter Hill; les manœuvres sont effectuées au moyen d'unités simples.

Les premières locomotives électriques ont été mises en service le 28 mai 1913; elles furent utilisées pour remorquer les trains de minerai entre les chantiers d'Anaconda et les usines; pendant les sept premiers mois de service, elles fournirent ainsi approximativement 323.500 kilomètres de parcours et remorquèrent 2.365.000 tonnes de minerais environ; depuis on a ajouté des trains de voyageurs; huit convois de cette espèce sont actuellement organisés journellement, quatre dans chaque direction; les trains de la ligne principale sont remorqués électriquement depuis le 1er octobre 1913; il a promptement été reconnu que le service était ainsi meilleur qu'avec la vapeur; la traction est assurée au moyen de locomotives simples; les trains sont composés de trois, quatre ou cinq voitures à voyageurs et à bagages.

L'énergie nécessaire pour le service des chemins de fer est achetée à la *Great Falls Power Company*; l'usine est située à Great Falls (Mont.), sur le Missouri; elle fournit également, depuis un certain temps déjà, l'électricité employée dans les installations minières et dans les usines de Butte et d'Anaconda; son équipement se compose principalement de six groupes hydro-électriques, d'une capacité nominale totale de 21.000 kilowatts approximativement; les groupes sont des groupes horizontaux, produisant des courants triphasés, à la fréquence de 60 périodes par seconde, sous une tension de 6.600 volts; la tension est portée, pour la transmission, à 102.000 volts; l'usine se trouve à 210 kilomètres environ de Butte, où se fait l'alimentation de l'installation de traction, par l'intermédiaire d'une sous-station de transformation; la transmission est constituée par deux circuits placés parallèlement sur un terrain propre; une ligne à 60.000 volts alimente une seconde sous-station à Anaconda, à 42 kilomètres approximativement de la première. Les deux sous-stations de Butte et d'Anaconda, qui existaient déjà avant l'établissement de la traction électrique, ont reçu, depuis l'adoption de celle-ci, des groupes moteurs-générateurs destinés à fournir la tension de 2.400 volts requise.

Les groupes dont il s'agit sont au nombre de deux dans chaque sous-station; leur puissance unitaire est de 1.000 kilowatts; ils comprennent un moteur synchrone triphasé de 1.450 kva, marchant à 720 tours à la minute, et deux dynamos à courant continu, accouplées directement au moteur, et fournissant, sous une tension de 1.200 volts, une puissance de 500 kilowatts; les deux dynamos sont reliées en série; les groupes ont été établis pour pouvoir fonctionner absolument sans interruption.

Les tableaux de distribution des sous-stations sont considérés en Amérique comme étant les seuls que l'on ait construits jusqu'ici par une pareille tension; ils sont identiques, dans l'ensemble, aux tableaux usuels à 600 volts, sauf les précautions spéciales qui ont été prises pour les opérations de commutation; tous les instruments sont soigneusement isolés et les interrupteurs divers sont disposés pour le contrôle à distance; les disjoncteurs sont munis d'une résistance de coupure insérée automatiquement dans le circuit en cas de déclanchement; les panneaux pour le courant alternatif sont équipés d'interrupteurs à huile actionnés par solénoïde; des panneaux supplémentaires portent les appareils de contrôle de l'excitation, les régulateurs automatiques de tension, les instruments de mesure, les indicateurs de synchronisme, etc.

L'installation aérienne a été spécialement conditionnée pour permettre l'emploi du dispositif de prise de courant à pantographe; elle est établie d'après le système caténaire; le fil de contact est formé d'un conducteur en cuivre; il est suspendu à un câble porteur en acier; il y a 11 points de suspension par portée; les interrupteurs de sectionnement sont obtenus très simplement de la façon suivante : les fils de contact sont disposés parallèlement l'un à l'autre sur une certaine longueur de manière qu'il n'y ait pas d'interruption dans l'alimentation; il est procédé de la même façon pour les embranchements et voies de garage; il arrive ainsi qu'à certains endroits le dispositif de contact touche jusqu'à six fils à la fois.

Le fil de contact est suppléé entre les sous-stations par des câbles en cuivre nus, qui y sont reliés régulièrement à intervalles de 300 mètres environ; il y a en outre un câble de retour entre Rocker et East Anaconda; ce dernier câble est porté sur les poteaux de la ligne aérienne; il est relié aux voies — par l'intermédiaire des joints — à intervalles de 300 mètres également; les joints sont établis au moyen de connexions en cuivre; les câbles installés entre les sous-stations leur permettent de se seconder l'une et l'autre et de se suppléer même en cas de besoin.

Le chemin de fer dispose de dix-sept locomotives de 80 tonnes, quinze pour le service des matières et deux pour le service des voyageurs; les locomotives à marchandises sont conditionnées pour une vitesse maximum de 56 kilomètres approximativement par heure et elles sont utilisées par paires; les locomotives voyageurs sont de construction identique aux locomotives à marchandises, mais les réductions sont telles que la vitesse maximum soit de 90 kilomètres à l'heure; avec trois voitures à voyageurs, on atteint régulièrement, en alignement droit et en palier, une vitesse de 72 kilomètres à l'heure; les locomotives à marchandises, employées seules, peuvent délivrer un effort de

11.250 kilogrammes à la vitesse de 24 kilomètres par heure; un effort de 21.600 kilogrammes peut être maintenu pendant cinq minutes, avec un coefficient de traction de 30 %.

Les locomotives sont des unités articulées; à quatre essieux, tous moteurs; les moteurs sont bobinés pour 1.200 volts et isolés pour pouvoir supporter 2.400 volts; ils sont à ventilation forcée; la transmission entre leur arbre et l'essieu attaqué est opérée par une transmission à engrenages jumelle; le contrôle se fait d'après le système à unité multiple, combiné pour l'application du fonctionnement en série et série-parallèle; le combinateur comporte dix positions pour la marche en série et neuf pour la marche en série-parallèle; le passage d'un degré à l'autre se fait sans interruption du circuit et sans fluctuation dans le couple développé; le passage de la marche en série à la marche en série-parallèle est opéré au moyen d'un commutateur spécial à actionnement électro-pneumatique; les dispositifs de contrôle sont constitués par des contracteurs électro-magnétiques alimentés sous 600 volts; les organes à 600 volts sont soigneusement isolés de ceux à 2.400 volts; l'isolement est obtenu au moyen de porcelaine et de mica; l'armature est connectée au levier de contact à l'aide d'une tige en bois; les contacts, le soufflage magnétique et les pare-arcs sont spécialement établis pour 2.400 volts.

L'énergie est prélevée à la ligne au moyen de dispositifs de prise de courant à support pantographique; ces dispositifs sont actionnés pneumatiquement; ils sont contrôlés de l'une ou l'autre cabine de conducteur au moyen d'un robinet; au centre de la machine est établie une barre omnibus isolée à 2.400 volts; pour les machines employées par paire, on établit la liaison entre les barres de manière que l'énergie nécessaire à chaque machine puisse être empruntée à l'un ou l'autre des dispositifs.

Le courant de contrôle est fourni sur chaque machine par un dynamoteur, transformant le courant continu à 2.400 volts de la ligne en courant continu à 600 volts; sur l'arbre de ce dynamoteur est monté le ventilateur qui assure la réfrigération des moteurs.

Toutes les voitures utilisées par le chemin de fer seront équipées, à mesure que les circonstances le permettront, pour le chauffage et l'éclairage électriques; le chauffage sera assuré au moyen de radiateurs à air; les radiateurs seront distribués dans les voitures, entre les banquettes; l'air sera chauffé sur un appareil électrique de 25 kilowatts alimenté sous 2.400 volts, par une liaison établie avec la barre collectrice de la locomotive; les lampes seront réunies en cinq groupes de cinq lampes en série; il sera fait usage de lampes de 36 watts, à fil de tungstène[1].

H. Marchand.

§ 4. — Minéralogie

Origine radioactive de la couleur des zircons[2]. — On trouve des zircons de différentes couleurs. Deux variétés sont brunes: l'une opaque (variété commune), l'autre rougeâtre et transparente, connue sous le nom d'hyacinthe. La variété opaque se rencontre surtout dans les roches plutoniques (syénites) et la variété transparente seulement dans les basaltes.

Les zircons hyacinthes perdent leur couleur quand on les chauffe au-dessus de 300°. Une élévation de température les rend thermoluminescents; une deuxième élévation ne produit plus aucune action. Ils recouvrent ces propriétés sous l'influence du radium. Comment expliquer que les zircons, qui ont été fondus dans leur gangue à de très hautes températures, présentent actuellement ces propriétés? Il est naturel de supposer que la couleur et la thermoluminescence ont été rétablies par l'action lente du radium qu'ils contiennent.

D'ailleurs, la couleur réalisée est *saturée*, c'est-à-dire qu'elle n'augmente pas sous l'influence d'une action nouvelle du radium. De telle sorte qu'une évaluation de l'âge du minerai par le calcul du temps nécessaire pour le colorer ne pourrait donner qu'un âge minimum. Une telle évaluation est d'ailleurs délicate, à cause du très faible pouvoir pénétrant des rayons α.

Les zircons opaques ne sont pas thermoluminescents et ne le deviennent pas sous l'action du radium. Ils ne sont pas décolorés par un chauffage modéré. La différence avec les zircons hyacinthes tient sans doute à ce que ces derniers ont subi l'action d'un bain de basalte fondu. En effet, en maintenant pendant vingt-quatre heures des zircons bruns dans un bain de basalte fondu, on a obtenu des variétés presque transparentes et qui devenaient rougeâtres et thermoluminescentes sous l'action du radium.

§ 5. — Agronomie

Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation. — M. Saillard, professeur à l'Ecole nationale des Industries agricoles, vient de publier les résultats d'essais hebdomadaires qui, depuis 1901, ont été faits, chaque année, au Laboratoire du Syndicat des Fabricants de sucre de France, dont il est le directeur, pour suivre le développement de la récolte des betteraves à sucre.

Quinze fermes, situées sur les divers points de la région betteravière française, ont prêté leur concours pour ces essais. On y a installé un poste d'observations météorologiques. Elles envoient, chaque semaine, en août, septembre et octobre, 25 betteraves consécutives toujours prélevées dans le même champ, représentant la moyenne des cultures de la ferme. Elles y joignent l'écartement des pieds, le poids des feuilles et les résultats de leurs observations météorologiques (pluie, température, heures de soleil). Une fois arrivées au Laboratoire syndical, les betteraves sont nettoyées, pesées et analysées.

Ce sont les résultats ainsi obtenus depuis 1901, et surtout de 1903 à 1913, que M. Saillard vient de résumer en des tableaux avec moyennes qui donnent lieu à quelques observations générales fort intéressantes:

C'est dans le commencement de septembre que la quantité de pluie tombée a été la plus élevée.

Il y a environ 48 heures de soleil par semaine en août et 38 heures de soleil en septembre.

La température moyenne (jour et nuit) se maintient à peu près constante en août; elle baisse ensuite; elle varie de 18°,8 à 13°.

Le nombre de pieds par hectare est d'environ 71.000.

A partir du 30 septembre, le poids de la racine décolletée dépasse le poids des feuilles et collets et continue à croître.

La quantité de sucre élaborée, par betterave et par semaine, va en croissant jusque dans les premiers jours de septembre, pour atteindre un maximum de 8 grammes; elle va ensuite en diminuant jusqu'à la fin de la végétation. Il en est de même de la quantité de sucre élaborée par semaine et par hectare; et cette élaboration se continue en octobre et novembre.

Pendant la végétation, l'acidité de la betterave diminue; la somme (sucre % + eau %) reste à peu près constante pour une année. Les betteraves contiennent plus d'azote dans les années sèches.

La pureté du jus de la betterave, la quantité de sucre qu'elle contient pour: 1° de densité-Régie, la proportion d'azote albuminoïde pour 100 d'azote total (l'azote albuminoïde est éliminé pendant l'épuration industrielle) vont en augmentant pendant la végétation. Quand il n'y a rien qui s'y oppose, il y a donc intérêt pour le cultivateur et pour le fabricant à retarder la période des arrachages.

[1] High voltage direct current electrification, *Electrical World*, 14 mars 1914, p. 599.

[2] Strutt: *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXXIX, p. 405, 1914.

Ce mémoire constitue un travail considérable qui ne peut manquer de retenir l'attention de ceux qui s'intéressent à la culture de la betterave à sucre et à l'industrie sucrière. Il permettra de comparer l'année en cours à l'année moyenne.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Une Oasis d'Egypte : Khargeh. — Le voyageur qui a visité les merveilles d'Abydos ne pense qu'à gagner Luxor, sans demander ce qu'est la petite ligne de 0m,75 d'écartement qui, à Khargeh Junction, se dirige vers le Sud-Ouest.

C'est la ligne qui relie la vallée du Nil à Khargeh, l' « oasis méridionale » des anciens Egyptiens, la « grande oasis » des classiques, séparée du fleuve par 200 kilomètres de désert.

La voie qui, à son point culminant, s'élève à 339 mètres, traverse au départ des champs bien cultivés, puis atteint le désert libyque. Elle monte peu à peu dans une vallée qui se rétrécit bientôt, et passe, pendant plusieurs kilomètres, entre des rochers d'une éclatante blancheur dont l'aspect rappelle, par moments, la Vallée des Rois, à Thèbes. De temps en temps un ouaddy surgit, ouvrant quelque échappée.

La seconde partie du parcours est d'abord constituée par un désert de gros cailloux ronds, puis la vue s'élargit et, après avoir descendu une grande et belle vallée rocheuse, l'on domine une vaste plaine, circonscrite par des buttes crétacées au sommet tabulaire. De grandes dunes de sable apparaissent maintenant de part et d'autre de la voie qu'il faut souvent dégager, le paysage prend l'aspect saharien, des effets de mirage se dessinent parfois, enfin l'on pénètre dans une vaste dépression du plateau : c'est l'oasis de Khargeh. Il est question de prolonger le chemin de fer jusqu'à Dakhla, la plus occidentale et la plus peuplée des oasis d'Egypte, que l'on pourra ainsi atteindre de Khargeh en quelques heures, tandis qu'il faut actuellement trois jours à dos de chameau.

L'oasis de Khargeh, ou plutôt l'ensemble des oasis de ce nom, s'étend sur une longueur d'environ 300 kilomètres et une largeur moyenne de 50 et renferme un peu plus de 8.000 habitants; le chef-lieu, El-Khargé, en compte environ 5.000.

A quelques kilomètres au nord, au milieu des palmiers, surgissent les ruines du Temple d'Hibis, déblayé, en ces dernières années, par la mission archéologique du *Metropolitan Museum*, de New-York. Elevé par Darius Ier au dieu Amon, il est le seul temple égyptien construit par les souverains persans, le seul aussi où il y ait du mortier entre les pierres. Erigé en ce lieu, il démontre à la fois l'intérêt que les Perses attachaient à l'entière possession de la contrée et l'intelligence avec laquelle ils s'adaptèrent à la religion nationale. Si l'on en juge d'ailleurs par les travaux que Darius Ier fit effectuer dans le pays des Pharaons, il semble que l'Egypte fut supérieurement administrée sous ce prince, dont la légende grecque, et les historiens qui s'en sont inspirés, ont plus d'une fois défiguré les traits. Plus loin, subsistent les restes très importants et relativement bien conservés d'une nécropole chrétienne. Toutefois, les scènes, dues à des artistes coptes, qui décorent quelques-uns de ces tombeaux de brique séchée au soleil sont, comme l'on doit s'y attendre, d'une facture fort négligée. A l'horizon nord, les collines, terminées en pointe, diffèrent d'aspect des collines égyptiennes et peuvent être comparées à celles de Nubie.

La végétation de l'oasis est remarquable. Le pays, qui fut très fertile sous les anciens, comme en témoignent les ruines que l'on rencontre, a connu une période de déclin. La « Corporation of Western Egypt », qui a construit le chemin de fer, a foré des puits et mis en valeur de nouvelles terres. Coton, orge, froment et légumes donnent de bonnes récoltes. La richesse principale reste toutefois le dattier : la région en renferme plus de 40.000. Au dattier il faut ajouter l'olivier, le mandarinier, l'abricotier qui produit des fruits tout petits, mais fondants et délicieux, si l'on en juge par ceux que nous avons goûtés en avril. Il y a aussi quelques prunes, mais la greffe doit alors être pratiquée sur l'abricotier, car le prunier même ne vient qu'en fleur. L'eau nécessaire à la culture provient sans doute d'une couche de grès; elle est obtenue par forage et légèrement sulfureuse. Les naturels prétendent qu'elle vient du Soudan! Elle est, en ce moment, plus basse que de coutume et les indigènes n'en peuvent donner d'explication sérieuse : l'hypothèse d'une corrélation avec le faible niveau du Nil en ces dernières années est, elle aussi, inadmissible.

Le village extrêmement pittoresque d'El-Khargé, auquel rien ne peut être comparé dans toute l'Egypte, est souterrain : c'est un vrai dédale de ruelles sombres dont le plafond est fait de troncs de palmiers, de branchage et de terre. Depuis plusieurs années, cependant, quelques ouvertures ont été percées en vue d'introduire un peu d'air et de lumière, et, par suite, d'hygiène. Quelle conception a présidé à cet établissement? Désir de gagner un peu plus de terrain pour la culture, peut-être, mais avant tout et à coup sûr un moyen de défense plus efficace contre les incursions des pillards du désert. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'au delà de l'oasis de Dakhla, qui n'est qu'à 70 kilomètres de celle de Khargeh, commence le territoire des Senoussis, et il ne faudrait même pas jurer que quelques habitants de Khargeh fussent purs de tout mélange sénoussiste. Le mode de défense est simple et rationnel. Le village s'ouvrait, — quelques maisons plus modernes se sont élevées dans la pameraie, — par une ruelle sombre et étroite, à forte pente, à l'entrée de laquelle les défenseurs attiraient l'ennemi. Puis ils disparaissaient brusquement par une ouverture latérale, et l'envahisseur, continuant sa poursuite dans l'obscurité, tombait sur des piques tendues au fond de cette sorte de corridor.

Les porteurs d'eau sont aveugles. Les a-t-on choisis parce que, privés de la vue, ils pouvaient difficilement travailler à la culture, jouissent-ils d'un privilège corporatif ou les a-t-on préférés ainsi pour pénétrer dans l'intimité de la maison orientale? Nous n'avons pu le savoir, et il semble qu'on ne tenait qu'à demi à satisfaire à notre curiosité.

Une question d'hygiène se posait à El-Khargeh. A la surface du sol, le soleil des tropiques est le meilleur agent de désinfection, mais comment éviter les épidémies en ce village souterrain? Des endroits spéciaux ont été désignés pour recueillir les immondices, et, trois fois par jour, il est procédé à l'enlèvement et au nettoyage. Ce service, qui doit être particulièrement signalé en Orient, fonctionne de façon satisfaisante.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de remercier M. Tite, directeur des services de la *Compagnie internationale des Wagons-Lits* en Egypte, un pèlerin passionné de ce pays. C'est à lui que nous devons d'avoir pu effectuer en trolley, dans des conditions les plus agréables et les plus confortables, cette excursion unique en Egypte, et de pouvoir écrire ces lignes, les premières peut-être qu'une revue scientifique ait publiées sur Khargeh. Ajoutons qu'il existe à Markaz ech-Chareika (Headquarters, siège de la « Corporation of Western Egypt »), à 16 kilomètres d'El-Khargeh et sur la ligne, une excellente petite hôtellerie, agrémentée même d'une piscine d'eau sulfureuse courante. Si jusqu'ici, elle a surtout reçu le personnel de la « Corporation », elle est ouverte à tous. La visite de Khargeh peut donc être effectuée avec un confort suffisant, et nous serions heureux que cette chronique encourageât des touristes à sortir des sentiers battus et à faire une excursion qui, pour être d'une nature particulière, ne le cède dans la vallée du Nil à aucune autre en intérêt et en pittoresque.

Lucien Roullet-Chéry.

ESPÈCES ET VARIÉTÉS[1]

Depuis que les systématistes ont cherché à prendre comme unités dans la classification des groupes d'individus définis par des caractères héréditaires, on a été amené, par des études de plus en plus attentives, à diminuer l'étendue et à multiplier le nombre de ces groupes élémentaires.

Les mots du langage vulgaire tels que trèfle, peuplier, chêne, saule, etc., s'appliquent généralement à des *genres*, c'est-à-dire à des groupes très larges. Avant Linné, ce sont des *genres* que Tournefort prenait comme unités systématiques.

Linné n'eut pas de peine à montrer que les genres sont des ensembles complexes, comprenant des groupes héréditairement stables et bien distincts entre eux; de ces groupes il a fait des *espèces* en supposant que toutes les plantes d'une même espèce descendent d'un ancêtre unique; il a considéré les genres comme des groupements artificiels et arbitraires.

Aujourd'hui, la méthode expérimentale a clairement montré que les caractères héréditairement fixes sont beaucoup plus nombreux que Linné ne le croyait; nous sommes amenés par une étape nouvelle à considérer les espèces linnéennes comme des groupes vastes et artificiels qu'on peut subdiviser en groupes moins étendus définis par des caractères distinctifs absolument héréditaires par semis. Nous devrions les appeler des « espèces », au sens linnéen de ce mot, mais en réalité, suivant les cas, on les appelle : *espèces élémentaires* ou *variétés stables* (soit même, tout simplement, *variétés*). Voyons ce que sont ces deux sous-groupes constants isolés des espèces linnéennes et, tout d'abord, par quels caractères manifestes on peut, le plus souvent, les distinguer.

I. — Espèces élémentaires.

Les sous-groupes de plantes auxquels on a donné le nom d'*espèces élémentaires* diffèrent entre eux par *divers caractères*, en général *nombreux*, et portant sur des particularités qui peuvent être très variables d'une espèce linnéenne à une autre.

1. *Draba verna.* — Un exemple classique est celui du *Draba verna* L., une espèce de Crucifère, formée d'une petite rosette basilaire de feuilles, au centre de laquelle se développent, au printemps, de nombreuses tiges florales sans feuilles.

Les plantes de cette espèce linnéenne, telles qu'on les récolte souvent dans une localité unique, diffèrent les unes des autres par une foule de caractères. Les feuilles, en particulier, peuvent être linéaires, étroites ou elliptiques, et même élargies au sommet; elles peuvent être plus ou moins velues, et les poils sont tantôt simples, tantôt rameux. La couleur des feuilles est d'un vert pur, ou d'un vert glauque.

Les pétales, toujours bipartites, peuvent avoir des lobes contigus ou divergents.

Les silicules peuvent être presque arrondies ou très allongées et étroites.

A première vue, on pourrait croire à des degrés divers de variation individuelle, mais ce n'est pas ainsi qu'il faut interpréter ces différences. On peut facilement récolter en excursion cinq ou six types distincts, et les cultiver par graines en plates-bandes séparées. Les différences se maintiennent, et il apparaît ainsi qu'*il ne s'agit pas de degrés divers de caractères moyens, mais de caractères absolus.*

Tous les botanistes qui ont fait cette expérience s'accordent à proclamer sa netteté. Dans ces plates-bandes séparées, où l'on peut cultiver des milliers de plantes de chaque espèce élémentaire, les différences sautent aux yeux bien mieux que dans la Nature où toutes ces espèces sont mélangées. Ces différences portent sur presque tous les caractères. Elles sont visibles même lorsque les plantes sont encore à l'état de rosette; elles le restent jusqu'à la floraison et la fructification.

Les croisements ne sont pas à craindre dans ces cultures contiguës, car les étamines fécondent l'ovaire dans le bouton encore clos et, d'ailleurs, les insectes visitent peu ces fleurs.

Jordan a pu distinguer, par la culture, deux cents espèces élémentaires, dont une cinquantaine croissent aux environs de Lyon. Thuret, Bornet, Villars, de Vries, ont vérifié de nouveau *la constance parfaite de diverses de ces espèces élémentaires.*

De Vries insiste sur ce fait que, lorsque ces espèces sont cultivées côte à côte, l'examen ne donne nulle impression que telle dérive de telle autre; on pourrait avoir une impression de ce genre si certaines de ces espèces n'avaient que

[1] Cet article est un chapitre d'un livre intitulé : *L'Évolution des plantes*, que va publier la Librairie Félix Alcan dans la *Nouvelle Collection scientifique* de M. Emile Borel. Il est dû à la plume de notre regretté collaborateur Noël Bernard, mort à 36 ans le 26 janvier 1911, laissant une œuvre importante en voie de rédaction. C'est cette œuvre que la pitié de sa femme et de ses amis offre aujourd'hui au public. On y retrouvera quelques-unes des pensées qui ont agité aux derniers temps de sa vie le brillant auteur des recherches sur les Orchidées (voir la *Revue* du 15 janvier 1902, p. 8 à 26).

quelques caractères différenciels peu nombreux, mais elles diffèrent par un grand nombre de caractères. Aussi apparaissent-elles comme des groupes de même valeur et de même plan.

La subdivision des espèces linnéennes en espèces élémentaires comparables à celles-ci est possible très fréquemment; seulement les espèces linnéennes, faites au jugé, sont plus ou moins riches en espèces élémentaires que des expériences de culture peuvent distinguer.

2. *Viola tricolor*. — Les Pensées sauvages, qui appartiennent toutes au genre *Viola* et à l'espèce *Viola tricolor* de Linné, en donnent un autre excellent exemple. On trouve communément deux sous-espèces bien distinctes : *Viola tricolor* type, à grande corolle, dans les lieux sableux et les friches, et *Viola arvensis*, à corolle aussi courte que le calice, et à peine visible, localisée dans les moissons. Ces deux espèces ne sont pas mêlées, bien que très répandues. Dans diverses localités, on peut trouver d'autres types moins répandus, mais parfaitement stables et distincts, dont plusieurs sont cités dans la flore de Corbière.

Chez les *Draba verna*, la distinction des espèces élémentaires porte surtout sur des caractères tirés de la forme des feuilles, de l'abondance des poils sur les feuilles, sur la forme des fruits, etc.

Ici, chez les *Viola tricolor*, c'est surtout *par la taille des plantes*, la *grandeur* et la *couleur des corolles* que la distinction se fait, ou encore par le *mode de ramification des tiges*. Ainsi les caractères distinctifs des petites espèces sont toujours assez nombreux, et ils ne sont pas de même nature dans tous les cas.

3. *Autres cas*. — La détermination des Ronces, des Roses sauvages, des Carex donne d'autres exemples de cas où les espèces élémentaires sont nombreuses.

Chez les plantes cultivées, la question se complique par le fait qu'on a généralement des cultures améliorées, c'est-à-dire des exemplaires différant entre eux soit par des caractères absolus, soit par l'exagération de caractères moyens. Par exemple : la betterave fourragère, la betterave rouge à salade, la betterave à sucre, sont des types bien tranchés, cultivés depuis trois siècles, sans transition entre eux, sans passage possible de l'un à l'autre par la culture.

J'ai déjà donné pour *Hordeum distichum* l'exemple de huit espèces élémentaires qui se distinguent les unes des autres par des caractères absolus.

Van Mons, un arboriculteur belge, qui a mis dans le commerce beaucoup de sortes de Pommiers, les a obtenus en choisissant d'abord dans la nature des arbres sauvages qui donnaient des fruits de saveur, de couleurs différentes, à caractères bien tranchés. L'effet de la sélection ultérieure a été seulement de rendre les fruits *plus gros* et *plus charnus*, et non de créer les particularités distinctives qui existaient déjà chez les plantes mères sauvages; celles-ci réalisaient donc des types d'espèces élémentaires.

II. — Les variétés.

Les botanistes emploient le mot « variété » dans des sens très divers et avec une regrettable imprécision; on applique indistinctement ce terme à toutes les subdivisions de l'espèce linnéenne. On confond alors sous ce terme unique : *les espèces élémentaires*, les *variétés stables ou instables* que nous allons définir, sans compter les *hybrides*.

Le sens horticole du mot *variété* peut plus aisément être précisé. Pour l'horticulteur, une *variété* diffère d'une espèce :

1° Par la *nature* des caractères distinctifs que j'appellerai, par la suite, *caractères variétaux*;

2° Par son *instabilité*. Il est de dire courant chez les horticulteurs que les variétés sont moins stables que les espèces.

Examinons ces deux points.

1. *Les caractères variétaux*. — Chaque espèce élémentaire est définie par un *grand nombre de caractères* qui peuvent être de *natures très diverses*; on ne peut en donner aucun type général.

Au contraire, beaucoup de variétés horticoles sont définies par *un seul* caractère. De plus, ces caractères variétaux appartiennent *à un petit nombre de types* qu'on voit se répéter constamment dans les variétés des plantes les plus différentes les unes des autres.

La distinction des variétés se fait souvent par la *couleur*, et souvent même uniquement par la couleur d'*une seule des parties de la plante*, la corolle ou le fruit par exemple. Tous les jardins donnent des exemples nombreux de ces variétés distinctes ainsi par la couleur seule, et il est bien connu que les mêmes variations de couleur se retrouvent dans des familles de plantes très diverses.

L'*absence d'un pigment* est ainsi un caractère variétal. Il faut remarquer, à ce sujet, que la couleur des plantes peut être un caractère simple ou complexe. Suivant leur localisation dans la cellule, on distingue plusieurs sortes de pigments. Le plus souvent, les pigments *violets*, *bleus* ou *pourpres* (appartenant au groupe de l'anthocyane) sont dissous dans le suc cellulaire. Ces pigments existent seuls dans un grand nombre de fleurs violettes,

bleues ou rouges, par exemple dans les Violettes; leur disparition donne les variétés blanches. Les pigments *jaunes* ou *orangés* sont le plus souvent localisés dans des leucites, comme la chlorophylle (Renoncules, Primevères, Seneçon).

Les deux sortes de pigments peuvent coexister; alors, la disparition de l'un donne une variété ayant la couleur pure de l'autre pigment. Les Hêtres pourpres ont des leucites verts et des vacuoles à pigment rouge; la disparition du pigment rouge donne des feuilles vert franc. De même, beaucoup de fleurs à coloration complexe ont des variétés jaune pur.

La pigmentation peut affecter diverses parties de la plante; les groseilliers (*Ribes grossularia*) à fruits blancs ou rouges donnent un exemple de variété par couleur du fruit.

Le *Datura stramonium*, à fleurs blanches et feuilles vertes, a une variété à fleurs violacées et à feuilles veinées de violet; on en a fait le *Datura Tatula*. Il est assez fréquent que les variétés à fleurs blanches aient aussi des feuilles vert franc; pour les variétés colorées, le pigment se surajoute à la chlorophylle des feuilles.

Un exemple de variété par dépigmentation partielle est donné par les plantes à *feuilles panachées*, qui s'observent dans une foule d'espèces : Erables, Fusains, etc.

Le remplacement de l'amidon par d'autres matières de réserves, contenues dans la graine, donne un autre caractère variétal qui se retrouve chez diverses plantes, par exemple chez les Maïs et les Pois. On a ainsi le Maïs *à grains sucrés et ridés*, contrastant avec le Maïs *à grains amylacés et unis*.

La *laciniation* des feuilles est aussi un caractère qui se répète, et notamment chez beaucoup de Fougères, chez les Aulnes, les Hêtres, les Tilleuls.

La *duplication* des fleurs, la *disparition des épines ou des poils* donnent de nouvelles variétés.

Deux variétés de Primevères ne diffèrent entre elles que par la longueur du style comparée à la longueur des étamines; cette *hétérostylie* se retrouve chez d'autres plantes. Ce cas donne l'exemple d'un caractère variétal de nature *sexuelle*, et il est vraisemblable que le *sexe*, en général, est un caractère variétal.

En résumé, ce qui met à part les caractères variétaux, c'est *leur petit nombre relatif* et leur *réapparition dans les espèces les plus diverses*. Les variétés sont le plus souvent définies par *un seul* de ces caractères.

La terminologie même qui a été employée instinctivement marque bien les différences entre les espèces et les variétés.

Les espèces linnéennes, comme les espèces élémentaires, ont des noms très variés, choisis au hasard, ne se rapportant pas à un caractère plus qu'à un autre; souvent elles ont des noms de botanistes.

Le vocabulaire qui sert à désigner les variétés est, au contraire, très restreint. Des mots comme *albus*, *maculatus*, *variegatus*, *glaber*, *inermis*, *laciniatus*, etc., s'y retrouvent constamment.

Cette définition des caractères variétaux n'est pas parfaitement précise, mais elle correspond bien manifestement à une réalité que l'observation révèle avec force.

De Vries propose de traduire ces faits par une hypothèse empruntée au système que j'ai déjà exposé. Pour lui, deux espèces élémentaires ont des *unités héréditaires* différentes. Une variété a, au contraire, les mêmes *unités* que l'espèce type, mais l'une passe à l'état latent. Ainsi, les variétés dépigmentées auraient le caractère pigment, mais à l'état latent. Ces variétés marqueraient donc un recul par rapport aux espèces types, par suite de la disparition d'un caractère, disparition au moins apparente.

De Vries appelle toutes ces variétés des *variétés rétrogrades*. L'hypothèse est vague et gratuite.

Nous verrons, en étudiant les lois des croisements, que les caractères variétaux sont sans doute susceptibles d'une définition plus précise, grâce à l'appoint de nouvelles données expérimentales.

2. *Le degré de stabilité des variétés.* — La plupart des variétés qu'on propage par semis se montrent ins ables par cette voie. L'horticulteur qui cultive les variétés blanches et bleues d'une espèce est habitué à voir souvent les graines récoltées sur des fleurs bleues donner des descendants à fleurs blanches et, inversement, les graines de fleurs blanches donner des descendants bleus, les caractères *blanc* ou *bleu* restant généralement absolus. Les variétés paraissent donc présenter, d'une façon régulière, dans leur descendance, de ces variations brusques, qu'on appelle souvent *sports*, et qui peuvent fréquemment être considérées comme un retour par *atavisme* à un caractère ancestral.

En réalité, ces mots : *sport* et *atavisme* sont appliqués sans choix à deux faits bien distincts :

1° Un grand nombre de cas de variation sportive sont dus tout simplement à ce qu'on ne prend pratiquement *aucune précaution contre les croisements*. Presque régulièrement, les horticulteurs cultivent leurs diverses variétés côte à côte ou en mélange, et les croisements par l'intermédiaire des insectes sont nombreux. Nous verrons que les lois des croisements expliquent d'une manière tout à fait claire cette perpétuelle variabilité apparente.

Pour le moment, il suffit de constater que, dans un grand nombre de cas, on peut isoler des variétés qui se reproduisent purement par semis, pourvu qu'on évite tous les croisements.

De Vries a isolé et cultivé le *Matricaria chamomilla discoïdea* dont le capitule n'est pas radié ; il se reproduit fidèlement par graines.

La variété sans fleurons du *Senecio Jacobea* est également stable. De Vries a aussi cultivé, en les isolant, les variétés blanches des plantes suivantes et d'autres qui se sont toutes reproduites fidèlement par semis : *Linum usitatissimum*, *Phlox Drummondii*, *Polemonium dissectum*, *Salvia sylvestris*, *Erodium cicutarium*, etc.

Il existe donc des variétés stables ne présentant pas normalement de *sport* ou d'*atavisme* dans les cultures isolées ; pour neuf sur dix des variétés communes, on ignore s'il y a *stabilité* ou non parce qu'il n'a pas été fait à leur sujet d'expérience réelle de culture isolée.

Je distingue donc la catégorie des variétés stables en supposant qu'elle renferme un grand nombre de variétés de plantes cultivées, mais sans pouvoir fixer la valeur approximative de ce nombre.

Il s'agit de la stabilité dans la reproduction par graines ; la stabilité dans la multiplication asexuelle est encore beaucoup plus grande, mais j'accepte la règle de ne lui accorder que peu d'importance pour apprécier la valeur des caractères distinctifs d'après leur hérédité.

2° A côté de ces variétés qui ne paraissent instables que par croisements, il existe des *variétés sportives* dons l'instabilité a, semble-t-il, de tout autres causes.

On peut considérer comme telles les variétés fasciées ou tordues, par exemple les *Dipsacus sylvestris var. torsus* de de Vries.

Il semble qu'on trouve assez souvent le caractère de variétés sportives aux variétés à fleurs striées. De Vries cite le Muflier à grandes fleurs jaunes striées de rouge : *Antirrhinum majus luteum rubro-striatum*. Les stries peuvent être plus ou moins marquées ; un examen attentif en révèle l'existence. Cette variété, qui est normalement plus ou moins striée, donne périodiquement des fleurs entièrement rouges. Par semis, il peut apparaître des pieds ayant toutes leurs fleurs rouges ; il arrive aussi que, sur une plante ayant des fleurs striées, une des branches de l'inflorescence porte des fleurs entièrement rouges. La variation sportive n'affecte alors qu'un bourgeon.

De Vries a fécondé des fleurs rouges par leur propre pollen ou des fleurs striées par leur propre pollen également. Il a poursuivi la tentative d'isolement pendant quatre générations successives sans arriver à trouver un type rouge pur ou un type strié pur.

100 individus striés donnent :

	STRIÉS	ROUGES
Première année	90 %	10 %
Deuxième année	98	76
Troisième année. { branches striées.	98	
Troisième année. { branches rouges.	29	71
Quatrième année	95	84

Ici comme dans le cas de sélection sur un caractère moyen, on a *plus de chances* d'avoir des individus d'un type donné, dans la descendance de ce type, mais *seulement plus de chances*, et la sélection n'aboutit qu'à augmenter la proportion du type choisi sans faire disparaître l'autre.

Dans ses expériences, dont le tableau ne donne que des pourcentages bruts, de Vries a cultivé séparément les graines de chacune des capsules obtenues et jamais la descendance d'une même fleur ne s'est montrée pure. Ces tentatives d'isolement, qui réussissent quand il s'agit de sports par croisement et qui amènent aux types purs, ne réussissent pas ici. On en est amené à la conception d'une variété qui est définie non par un caractère unique et stable, mais par deux caractères entre lesquels il y a oscillation perpétuelle. La régularité même de cette oscillation définit les *variétés sportives* (ever sporting varieties).

Les Trèfles à 5 feuilles sont des variétés du même genre. De Vries a cultivé une race de trèfle rouge, à partir de pieds à 5 feuilles, trouvés dans un champ. Malgré une sélection continuelle, il n'arrive à produire à chaque génération qu'un certain nombre de pieds à folioles surnuméraires entremêlés de pieds normaux. La sélection peut être faite dès la germination sur des plantules à cotylédons divisés qui sont ensuite les plus riches en feuilles à 4, 5 ou 6 folioles.

J'admets donc cette catégorie des variétés sportives considérées comme réellement instables et présentant alternativement l'un ou l'autre de deux caractères absolus.

3. *Critique des faits.* — Remarquons cependant que cette catégorie est définie *avec une assez grande certitude* et qu'il n'est pas facile de *limiter les cas qu'elle doit comprendre*. Les propriétés héréditaires de ces variétés sont définies par des procédés qui s'écartent de la rigueur nécessaire.

On ne cultive jamais ces variétés qu'avec sélection constante et soins de culture particuliers, avec le but déclaré de faire apparaître l'un ou l'autre des deux caractères extrêmes qui alternent. Le but poursuivi par de Vries était simplement de montrer que le *caractère végétal réapparaît périodiquement* malgré la persistance d'atavistes.

S'il paraît y avoir alternance régulière de deux

caractères absolus et opposés, c'est qu'on ne garde *systématiquement* que des *extrêmes* dans les cultures sélectionnées. Si l'on s'appliquait au contraire à découvrir et à définir des cas intermédiaires, les faits ne se présenteraient peut-être plus de la même manière.

Par exemple : entre les fleurs de Gueule de loup les plus nettement striées de rouge et les fleurs parfaitement rouges, il y a des intermédiaires avec des degrés de striation divers; mais on les compte tous comme des fleurs striées.

De même, les Trèfles sont *plus ou moins* riches en feuilles anormales et leurs feuilles *plus ou moins* riches en folioles surnuméraires.

Si l'on s'appliquait, par des procédés appropriés, à *caractériser par des nombres* ces divers degrés qu'on range en deux catégories opposées, il apparaîtrait que les deux caractères dits *absolus* et *alternants* sont en réalité les degrés extrêmes d'un même caractère moyen[1]. Il s'agirait alors simplement de races dont on étudie un caractère moyen très variable, présentant fréquemment ses degrés extrêmes, surtout dans les cultures sélectionnées.

En se plaçant à ce point de vue, on pourrait faire, à propos des expériences sur les Mufliers et sur les Trèfles à 5 feuilles, les observations suivantes :

1° On utilise un *caractère spécifique moyen* dont on ne sait pas facilement définir les degrés ;

2° Ce caractère est très variable, donc *très médiocre au point de vue systématique* ;

3° On définit l'hérédité par l'examen *des extrêmes* et non de la *moyenne* ;

4° On sélectionne.

Ainsi on s'écarte de toutes les règles usitées en d'autres cas ; on s'inspire, il est vrai, d'une distinction qui se fait en horticulture et qui paraît à première vue assez nette. Au point de vue scientifique, cette catégorie doit être considérée comme provisoire, en attendant de meilleurs modes de définition.

De Vries fait rentrer dans le groupe des variétés sportives toutes les plantes *dimorphes*, comme le *Polygonum amphibium*, qui peuvent, suivant les conditions de milieu, prendre l'une ou l'autre de deux formes très différentes, sans d'ailleurs acquérir de propriétés héréditaires nouvelles, puisque, retransportées dans l'autre milieu, elles reprennent les caractères qui y correspondent[2].

[1] La définition des degrés d'anomalie des Trèfles à 5 feuilles est certainement possible.

Dans le cas de fleurs jaunes striées de rouge, on pourrait prendre pour caractère le rapport de la surface jaune à la surface totale qui varierait entre 1 pour le jaune franc, à 0 pour le rouge franc, avec degrés intermédiaires. Cette appréciation est difficile : on préfère répartir en deux catégories.

[2] Expériences de Massart sur le *Polygonum amphibium*, de G. Bonnier sur les plantes, etc.

III. — Les sortes.

Les espèces élémentaires et les variétés, distinguées par des caractères absolus, peuvent être elles-mêmes subdivisées en sous-groupes définis par le degré de fréquence de caractères moyens. Ces sous-groupes sont assez souvent appelés des *races*, mais le mot race est pris aussi dans des acceptions plus générales, et on pourra appliquer en pareil cas le mot *sorte* qui a l'avantage de pouvoir être mieux défini.

J'ai donné un exemple de la séparation de sortes pures dans une espèce élémentaire par les expériences de de Vries sur le *Chrysanthemum segetum*. J'ai dit aussi que les petites espèces d'orges pouvaient être divisées en sortes stables d'après le degré moyen de caractères héréditaires comme la compacité des épis.

De semblables distinctions peuvent être faites dans un grand nombre de cas, et nos espèces naturelles sont souvent un *mélange de sortes diverses*, ce qui se reconnaît à l'existence de courbes de variations à sommets multiples.

Quelques expériences de Ludwig apportent des indications précieuses à ce sujet.

Ludwig a compté les fleurons dans 17.000 spécimens de *Chrysanthemum leucanthemum* (Grande Marguerite), spécimens provenant de localités diverses. La courbe obtenue a des sommets bien marqués à *13*, *21*, *24*, et un autre moins marqué à 26[1].

D'autres déterminations de Ludwig montrent que si, au lieu de recueillir le matériel n'importe où, on le récolte dans une localité donnée, les courbes sont moins complexes. Par exemple, des comptes séparés faits pour quatre groupes de *Toxilis anthriscus* venant de quatre localités différentes donnent, pour le nombre des rayons dans l'ombelle : un maximum très accusé pour cinq rayons (4e groupe) et deux autres moins accusés pour huit (1er et 3e groupe) et dix rayons (2e groupe).

Il y a donc dans ce cas des *races* ou *sortes locales* plus ou moins exactement séparées dans la Nature.

† **Noël Bernard,**
Professeur
à la Faculté des Sciences de Poitiers.

[1] Il est à remarquer que les nombres des sommets ne sont pas quelconques ; ils appartiennent à la série dite de Fiboneau : 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, obtenue en ajoutant chaque nombre au précédent. Pour des raisons qu'on ignore, ces nombres se répètent plus fréquemment que d'autres dans une foule de cas analogues. Les deux races de *Chrysanthemum segetum* de De Vries étaient à 13 et 18 fleurons.

L'INDUSTRIE DE L'IODE

SON HISTOIRE, SON ÉTAT ACTUEL

I. — Les premières applications de l'iode.

Le centenaire de la découverte de l'Iode, par le dijonnais Bernard Courtois, qui vient d'être fêté à Dijon le 9 novembre 1913, grâce à l'heureuse initiative de la Société des Pharmaciens et de la Société médicale de la Côte-d'Or, m'a fourni l'occasion d'exposer devant les invités de ces Sociétés toutes les conséquences de cette grande découverte.

D'une manière générale, la connaissance d'un nouveau métalloïde a toujours beaucoup plus contribué aux progrès de la Chimie que la mise à jour d'un nouveau métal. En fait, la découverte de l'iode a joué un rôle capital dans le développement de la Chimie théorique et dans celui de la Thérapeutique. Les importantes applications médicales de l'iode ont provoqué l'industrie de ce métalloïde. Je voudrais réunir dans cet article les documents que j'ai pu rassembler sur les débuts de cette industrie, ses transformations et son état actuel.

Bernard Courtois isole l'iode des eaux-mères du salin de varechs au commencement de 1812, mais ce n'est que le 29 mars 1813 que Clément présente le nouveau corps à l'Institut et en décrit les principales propriétés dans un mémoire intitulé : « Découverte d'une substance nouvelle dans le varech, par M. B. Courtois[1] ». Courtois, très intéressé et d'ailleurs fort occupé par sa nitrière artificielle, donne à son compatriote et ami Clément des échantillons du nouveau corps en l'engageant d'en continuer l'étude.

Les largesses de Courtois s'étendent ensuite à Gay-Lussac, Ampère, Chaptal, Davy, de passage à Paris, Colin, Vauquelin, Frémy, pharmacien à Versailles; plusieurs de ces savants utilisent l'échantillon de Courtois et apportent des contributions importantes à la connaissance du nouvel élément. D'ailleurs, au commencement de 1814, Courtois lui-même fait annoncer dans le *Journal de Pharmacie* « que l'iode, nouvelle substance découverte par lui, étant devenu un sujet de recherches pour tous les chimistes, il en a déposé chez MM. Vallée et Bajet, pharmaciens rue Vieille-du-Temple et rue Saint-Victor »[2].

L'iode resta sans application jusqu'en 1820. Le Dr genevois Coindet reconnut, avec l'aide de Dumas qui dirigeait alors le laboratoire de la pharmacie Le Royer à Genève, que l'iode était un remède souverain pour le goitre. Sur les indications du jeune chimiste, alors âgé de dix-neuf ans, Coindet employa dans les traitements iodés : la teinture d'iode, l'iodure de potassium et l'iodure de potassium ioduré... L'iode venait de pénétrer dans l'arsenal thérapeutique pour y prendre chaque jour une place plus grande. Aussi le 23 juin 1831, dans sa séance publique annuelle, l'Académie des Sciences « décernait à Courtois un prix de 6.000 francs pour sa découverte, un prix de 4.000 francs à Coindet pour avoir appliqué l'iode contre le goitre et indiqué l'emploi que l'on pouvait en faire contre les scrofules, et enfin 6.000 francs à Lujol, qui avait précisé la méthode à suivre dans cet emploi et en avait obtenu d'heureux résultats. »

La même année, Daguerre, associé avec Niepce, mettait en évidence l'action de la lumière sur une lame d'argent préalablement exposée aux vapeurs d'iode ; cette action allait servir de point de départ à l'élaboration d'un art nouveau qui devait prendre par la suite un si grand développement, celui de la photographie, et créer du même coup une nouvelle utilisation de l'iode.

II. — Les débuts de l'industrie.

Aussi est-ce à partir de cette époque, de 1830 à 1840, que s'est constituée l'industrie de l'iode. Tissier, dès 1825, s'occupe déjà à Cherbourg de la fabrication de l'iode et, en 1829, il s'associe avec M. Guilhem, pour créer au Conquet, dans le Finistère, l'usine qui existe encore aujourd'hui. De Launay, le grand-père de M. de Launay, membre de l'Institut, et Villedieu installent également, dans la suite, de nouvelles usines à Cherbourg et à Tourlaville, et après s'être associé Couturier, inventeur d'un procédé pour l'extraction simultanée de l'iode et du brome (1835), fondent la Société des usines de Cherbourg et de Tourlaville.

Payen, dans un rapport à la Société d'Encouragement datant de 1839[1], nous a laissé un tableau de cette jeune industrie déjà florissante à la mort de Courtois (1838). Plus de 1.200 familles, réparties sur tout le littoral du Cotentin et de la Bretagne, trouvaient une occupation continue dans la récolte des goémons, leur dessiccation, leur mise en meule et leur incinération. Les usines de Cherbourg et de Tourlaville utilisaient à elles seules 300 tonnes de résidus salins et produisaient de 3.500 à 4.000 kilo-

[1] *Annales de Chimie*, t. LXXXVIII, p. 304 ; 1813.
[2] *Journal de Pharmacie*, février 1814.

[1] *Bulletin Soc. Encouragement*, t. XXXVIII, p. 315 ; p. 1839.

grammes d'iode sur les 5.000 kilogrammes qui représentaient alors la consommation de la France. Elles obtenaient comme produit secondaire le brome, qui n'avait alors aucune utilisation pratique, le chlorure de potassium, agent de transformation du nitrate de soude en nitrate de potasse, du sulfate de potasse : soit un ensemble de produits cristallisés représentant annuellement 5 à 600 tonnes.

L'iode coûtait alors fort cher. La Société d'Encouragement à l'Industrie nationale, sur un rapport de Péligot, fonde, en 1839, un prix pour provoquer la découverte d'une application nouvelle assez importante pour augmenter d'une manière notable et évidente la production de l'iode et par suite, comme conséquence, amener la baisse de prix. La récompense ne fut jamais accordée ; la Société ne reçut qu'un seul mémoire d'un pharmacien d'Amiens, Bor, qui proposait d'utiliser les colorations si vives des iodures de plomb et de mercure dans la teinture et l'impression des étoffes, mais l'application proposée n'était pas viable, tant à cause du prix de ces iodures que du peu de solidité des teintures.

Les rapports publiés à l'occasion des diverses expositions universelles permettent de suivre de temps à autre le développement de l'extraction de l'iode.

Wurtz, rapporteur du jury de l'Exposition de 1855 [1], nous apprend que les usines de Cherbourg de M. Cournerie produisaient alors 5.200 kilogrammes d'iode et 200 kilogrammes de brome, tandis que l'usine du Conquet préparait annuellement 4.000 kilogrammes d'iode, 4.000 kilogrammes d'iodure de potassium, 700 kilogrammes de brome, et 500 kilogrammes de bromure de potassium.

A côté du sel marin et des sels de potasse obtenus comme produits secondaires, ces deux usines livraient ensemble à l'agriculture environ 2.000 tonnes de marc de soude, résidu très recherché comme engrais dans tout le pays environnant.

En 1873 [2], neuf usines fonctionnaient en France et traitaient 20.000 tonnes de cendres. Plus de 10.000 personnes trouvaient un emploi rémunérateur dans cette industrie, dont la production totale s'établissait ainsi :

Iode	50.000 kilos
Brome	4.000
Chlorure de potassium	2.000.000
Sulfate de potassium	720.000
Sel marin	1.800.000

Avec le chlorure de potassium on obtenait à partir du nitrate de soude 2.400 tonnes de nitrate de potassium.

Dès le début, l'extraction de l'iode s'était transportée de France en Ecosse, où les côtes sont abondamment pourvues de goémons, et jusque vers 1873 ces deux pays restèrent seuls producteurs d'iode :

	1873
Angleterre	65.000 kilos d'iode.
France	35.000 -

La grande usine Paterson, de Glasgow, produisait à elle seule 35.000 kilogrammes d'iode.

III. — L'IODE DES VARECHS

1. *Les varechs.* — Les méthodes suivies en 1839, pour l'extraction de l'iode, ne diffèrent guère de celles qui sont encore suivies aujourd'hui.

L'iode n'existe dans l'eau de mer qu'à l'état de traces infinitésimales ; les recherches les plus récentes de M. Armand Gautier nous ont appris qu'un litre d'eau contient seulement 2 milligr. 3 d'iode organique, dont 1 milligr. 8 en dissolution et le reste en suspension ; à un tel état de dilution (1/500.000), il serait impossible de retirer l'iode de la mer. Fort heureusement, certains végétaux marins, les goémons ou varechs, possèdent la curieuse propriété de capter, en quelque sorte, cet iode infinitésimal et, grâce à l'incessant mouvement des vagues qui renouvelle constamment les portions liquides en contact avec la plante de l'accumuler dans leurs cellules. Les goémons ne sont pas seulement des collecteurs d'iode ; ils sont également des collecteurs de sels de potasse. Aussi, quand on incinère la plante desséchée, elle abandonne des cendres riches en sels de sodium et de potassium, mêlés à un peu d'iodures et de bromures alcalins.

Suivant leur origine, les goémons se partagent en deux grands groupes : ceux qui se développent dans les bas-fonds et sont amenés sur le rivage après avoir été arrachés par la violence des flots, pendant les tempêtes ou les grandes marées, et ceux qui croissent sur les roches voisines de la surface et peuvent être fauchés par les riverains.

La récolte des varechs coupés est limitée par des règlements sévères à deux époques de l'année ; elle est réservée aux populations côtières pour leurs besoins agricoles (engrais potassé) ; ces varechs interviennent peu dans l'industrie de l'iode, tandis que les varechs *flottés*, ceux des bas-fonds, en constituent presque exclusivement la matière première.

Le varech le plus riche est le *Fucus stenoholus* ; ses cendres contiennent jusqu'à 22 millièmes d'iode. Le *Fucus saccharinus* vient ensuite : sa saveur sucrée est due à la présence de la mannite ; ses cendres titrent environ 10 millièmes d'iode. Les varechs les plus pauvres en iode donnent une cendre ne dépassant pas 2 millièmes.

[1] *Moniteur scientifique*, 1859, p. 172.
[2] *Bull. Soc. Encouragement*, 1874, p. 300.

Après une mer agitée, les riverains, armés de grands râteaux de bois, ramènent sur la grève les fucus qui passent à leur portée; ils les entassent après une dessiccation suffisante pour attendre l'époque de l'incinération, qui se fait de juillet à septembre. Pendant cette attente, les plantes abandonnent aux eaux de pluie une partie des sels précieux cristallisés à leur surface ou contenus dans leur suc cellulaire. Il en résulte une perte assez importante.

2. *Incinération des varechs.* — Pour pratiquer l'incinération, on creuse dans le sol du rivage des fosses rectangulaires de 2 mètres à $2^m,20$ de longueur, $0^m,65$ à $0^m,80$ de largeur et $0^m,50$ à $0^m,75$ de profondeur. On en revêt le fond et les parois avec des pierres plates et l'on commence l'incinération en enflammant une première couche de varechs; puis, dès que la flamme apparaît, on en ajoute de nouvelles quantités de manière à éviter une trop grande élévation de température qui entraînerait une perte d'iode, tout en maintenant une chaleur suffisante pour produire la fusion partielle des matières salines. A la fin, un ouvrier ringarde énergiquement le salin de manière à homogénéiser la masse et à souder entre elles toutes les parties pâteuses. J'ai dit qu'une température trop élevée était à éviter; en effet, la silice, agissant sur les iodures, en chasse l'iode partiellement pour former un silicate alcalin.

3 *Composition des cendres.* — La composition des cendres est extrêmement variable d'un varech à l'autre; elle varie avec l'espèce botanique, avec la localité, avec les soins apportés à la récolte, au séchage et à l'incinération. L'analyse d'un grand nombre d'échantillons provenant de fucus récoltés sur les côtes françaises a donné à Golfier-Bessayre des résultats d'analyses qui montrent que les divers éléments varient entre des limites très éloignées:

Matières solubles	20,3 à 76,8 °/₀
Sulfate de potassium	2,4 à 43,6
Chlorure de potassium	0,1 à 35
Iodure de potassium	0 à 0,036
Chlorure de sodium	9,6 à 69,9
Carbonate de sodium.	0 à 16,7
Sulfate de sodium	0 à 35,5

Les charrées de soude ou parties insolubles, utilisées comme engrais, contiennent surtout comme élément intéressant le phosphate de calcium dans une proportion variant de 10,56 à 6,44 °/₀.

La richesse en iode des cendres préparées au laboratoire et dans le procédé des fosses montre que la méthode d'incinération en usage fait perdre des quantités énormes d'iode.

4. *Traitement du salin.* — Les cendres agglomérées constituant le salin sont soumises à un lessivage méthodique pour en extraire les portions solubles. Les lessives sont ensuite concentrées dans des évaporateurs, où elles déposent d'abord le sel marin, puis les sels de potasse, chlorure et sulfate. Les eaux mères marquent alors 55° Baumé; elles contiennent les iodures de sodium et de potassium, une certaine quantité de sel marin, du sulfate et du carbonate de sodium, des cyanures, des sulfures et polysulfures, des sulfites et des hyposulfites provenant de la réduction des sulfates pendant la calcination.

Il faut détruire tous les corps réducteurs, sulfures, sulfites, etc., qui, en présence de l'eau, réagiraient sur l'iode et le feraient rentrer en partie en solution. L'acide sulfurique permet d'obtenir ce résultat, les sels précédents sont décomposés avec dégagement d'hydrogène sulfuré, de gaz sulfureux et dépôt de soufre. On porte à l'ébullition pour chasser ces gaz acides. Il faut éviter un excès d'acide sulfurique qui décomposerait les iodures.

5. *Extraction de l'iode.* — On précipite l'iode par le chlore, méthode imaginée par Bernard Courtois, qui s'est occupé de l'extraction industrielle de l'iode:

$$KI + Cl = KCl + I.$$

En Angleterre, on utilise quelquefois la réaction de Wollaston. La solution est traitée par l'acide sulfurique en présence du bioxyde de manganèse; l'iode se dégage quand on a chauffé progressivement de 60 à 90° :

$$2KI + MnO^2 + 2SO^4H^2 = SO^4Mn + SO^4K^2 + 2I + 2H^2O.$$

La réaction de Courtois se réalise généralement dans des bonbonnes en grès d'une capacité de 100 à 150 litres, munies de trois tubulures, pour l'arrivée du chlore, son dégagement et le brassage.

Il faut arrêter le courant de chlore avant la précipitation du brome. Par des prises d'essai effectuées vers la fin de la réaction, on s'arrange de manière à laisser une petite quantité d'iodure non décomposé.

L'iode précipité est desséché, puis comprimé et purifié par sublimation; on obtient ainsi l'*iode sublimé* du commerce. Cette distillation s'opère dans des vases cylindriques en grès mis en communication avec d'autres vases de même nature servant de condenseurs. On utilise aussi pour cette opération des chaudières en fonte munies d'un couvercle en plomb et communiquant avec une série d'allonges en poterie.

Une tonne de salin ne donne guère en moyenne plus de 5 kilogrammes d'iode et 400 grammes de brome. Dans certains cas rares, avec des goémons

très riches, on a pu atteindre jusqu'à 7 et 10 kilos d'iode.

L'industrie de l'iode reçut une première atteinte quand les sels de déblais des gisements de Stassfurt commencèrent à être exploités vers 1860 pour retirer d'abord les sels de potasse, puis, quelques années plus tard, le brome qu'ils contiennent. Le prix de ces produits secondaires de l'extraction de l'iode s'affaissa subitement; le chlorure de potassium, qui valait 60 francs les 100 kilogrammes, tomba à 15 ou 20 francs, tandis que le kilogramme de brome passait de 60 francs à 5 francs.

L'iode des varechs devait trouver plus tard un concurrent beaucoup plus sérieux dans l'iode retiré des eaux-mères du salpêtre du Chili.

IV. — L'IODE DU SALPÊTRE CHILIEN.

1. *Historique.* — L'exportation du salpêtre chilien a commencé vers 1830, et, dans l'intervalle de 1830 à 1840, environ 50.000 tonnes quittèrent les ports chiliens pour l'Europe. En 1842, Lembert reconnut la présence de l'iode dans le nitrate brut chilien sous forme d'iodures et d'iodates, mais c'est vers 1855 que Barruel et surtout Jacquelain envisagèrent les gisements de caliche chilien comme une source d'iode des plus importantes.

En 1853, un fabricant de produits chimiques de Paris, Seigneuret, préparait à partir du nitrate du Chili un acide azotique qui renfermait toujours de l'iode en quantité suffisante pour le faire rejeter dans certaines de ses applications.

Seigneuret fit part de ses embarras à Jacquelain, alors préparateur de Dumas de l'Ecole Centrale, qui constata la présence de l'iode en quantité abondante dans les eaux de purification du nitrate et vit de suite dans ce sel exotique une riche source d'iode. Il fit venir du Chili un échantillon de caliche, minerai du salpêtre, et y dosa une quantité d'iode atteignant la proportion considérable de 1,75 °/₀. Pour en extraire l'iode, il le précipite d'abord des iodures par le chlore, puis, dans une deuxième opération, des iodates par le gaz sulfureux :

$$2IO^3Na + 5SO^2 + 4H^2O = 2I + 2SO^4NaH + 3SO^4H^2.$$

Il propose alors de faire venir en Europe le caliche pour en extraire l'iode directement.

Tous ces travaux, du plus grand intérêt, devaient rester sans sanction pratique jusqu'en 1869. A cette époque, la Société nitratière de Tarapaca apporta pour la première fois sur le marché européen 300 quintaux d'iode, qui avaient été retirés des eaux-mères du nitrate par un procédé dû au Français Thiercelin, procédé qui est encore en usage aujourd'hui. Mais ce n'est qu'à partir de 1873-74 que l'iode chilien vint concurrencer régulièrement les industries française et anglaise.

Vers cette époque, l'iode chilien était importé sous forme d'iodure cuivreux facile à précipiter des eaux-mères par un courant de gaz sulfureux en présence de sulfate de cuivre. Cette réaction, qui avait été indiquée d'abord par Soubeyran, puis par Léon Krafft en 1859, avait été introduite au Chili par Langbein, pour être bientôt abandonnée; ce n'est qu'en 1873 et 1874 que le Chili exporta 15.000 et 50.000 kilos de cuivre ioduré.

2. *Traitement des eaux-mères du nitrate.* — On a reconnu dans le caliche la présence de l'iodate de sodium, de l'iodate de calcium ou *lautarite* et de l'iodochromate de calcium ou *dietzeite.* Ces composés iodés ou leurs produits de transformation s'accumulent dans les eaux-mères du salpêtre qui contiennent de 1 à 4 grammes d'iode par litre, surtout à l'état d'iodate de sodium. L'iodure de sodium, qui s'y trouve également, provient sans doute d'une réaction secondaire. L'analyse des eaux-mères de l'Usine *Alianza* de Tarapaca a donné les teneurs suivantes par litre d'eau-mère :

Nitrate de sodium	393,20
Chlorure de sodium	93,33
Nitrate de potassium	173,16
Perchlorate de potassium	9,43
Sulfate de calcium	3,35
Sulfate de magnésium	42,41
Iodate de sodium	3,16
Oxyde de fer et argile	7,60

Le principe du procédé Thiercelin est le suivant : on ajoute aux solutions iodifères un excès de bisulfite de soude qui ramène les iodates à l'état d'iodure, puis on précipite l'iode à l'aide des iodates contenus dans une deuxième portion d'eaux-mères :

$$IO^3Na + 3SO^2 + 3H^2O = NaI + 3SO^4H^2$$
$$5NaI + IO^3Na + 3SO^4H^2 = 3SO^4Na^2 + 6I.$$

S'il n'y avait que de l'iodate, on voit qu'il faudrait ajouter dans la phase de précipitation une quantité d'eaux-mères égale au 1/5 de l'eau-mère initiale.

Le bisulfite de soude se prépare sur place. On obtient d'abord un carbonate sodique impur en enflammant un mélange de salpêtre avec du charbon pulvérisé (8,5 parties de nitrate pour 15 de carbone); on en fait une solution saturée dans laquelle on envoie un courant de gaz sulfureux produit par la combustion du soufre.

La précipitation, le *caillage* de l'iode, est faite par le *majordomo*, un ouvrier sans connaissance chimique, qui par tâtonnement fait des additions successives de bisulfite et d'eau-mère. Il se laisse guider d'ailleurs par quelques essais grossiers effectués d'abord sur une portion de la solution.

L'iode *caillé* est jeté sur un filtre en tissu de fil, puis essoré complètement dans un presse-filtre. On obtient alors les *fromages d'iode* qui contiennent 70 à 75 °/₀ d'iode, 15 à 20 °/₀ de matières non volatiles et 5 à 10 °/₀ d'eau.

On le transforme en iode commercial à 99,5 °/₀ en le purifiant par sublimation. Celle-ci s'effectue dans des cornues en fonte, de forme rectangulaire, noyées dans une maçonnerie et chauffées par leur partie inférieure. Elles sont en relation avec le condenseur, composé de tuyaux en argile de 75 centimètres de diamètre et 90 centimètres de longueur assemblés ensemble généralement par groupes de 5 à 8. La cornue en fonte est revêtue à l'intérieur avec une couche d'argile pour la protéger contre l'action corrosive de l'iode.

La charge d'une cornue peut atteindre 800 à 1.000 kilos d'iode. A cause de la température élevée des régions salpêtrières pendant le jour, on retire l'iode des condenseurs pendant la nuit, mais il se produit une perte sensible par volatilisation et les vapeurs incommodent les ouvriers.

L'iode sublimé est placé dans de petits tonneaux solides, contenant de 37 à 45 kilos de métalloïde. Pour éviter la perte pendant le transport, les tonneaux sont enveloppés avec des peaux fraîches de bœufs.

3. *Statistique et commerce de l'iode.* — Le Chili produit aujourd'hui la plus grande partie de l'iode consommé dans le monde; alors que la production chilienne était seulement de 3.500 kilos en 1875, elle s'est régularisée aujourd'hui aux environs de 450.000 kilos :

	PRODUCTION CHILIENNE
1875	35.000 kilos
1879	77 000
1890	420.000
1891	425.000
1892	514.000
1893	596.000
1894	334.000
1895	152.000
1896	221.000
1900	590.000
1905	460.000
1911	438 000

La richesse du caliche en iode est variable, mais on peut admettre une teneur moyenne de 0,05 °/₀. Or il faut au moins 3 tonnes de minerai pour obtenir 1 tonne de salpêtre, donc pour fournir les 2.500.000 tonnes de nitrate actuellement consommés, une quantité trois fois plus grande de caliche, représentant une teneur en iode évaluée approximativement à 3.750.000 kilos. Or la consommation mondiale de l'iode ne dépasse pas actuellement 700.000 kilos; aussi l'extraction de l'iode est-elle limitée par une convention de manière à éviter l'avilissement des prix.

C'est en 1886 que fut établie ce qu'on appelle la *combinaison de l'iode*, en vertu de laquelle tous les salpêtriers chiliens se répartissaient entre eux la production annuelle et s'engageaient à livrer leur quote-part à la maison Antony Gibbs et fils de Londres.

D'autre part, un Syndicat international, dans lequel entraient les participants de la combinaison, s'organisait entre les producteurs européens pour maintenir les prix et permettre à l'industrie européenne de subsister malgré la concurrence chilienne. En France, un impôt de 4 francs par kilogramme d'iode importé protège dans une certaine mesure les six usines à iode qui fonctionnent encore sur les côtes de Bretagne, au Conquet, la plus importante et la plus ancienne, à Aber-Wrach, Pont-l'Abbé, Audierne, Saint-Pierre-de-Quiberon et Ploudalmézeau.

Sur les 160 usines nitratières du Chili, une petite fraction seulement, 20 à 30 usines environ, extraient l'iode de leurs eaux-mères. Quand une même Société possède plusieurs usines, elle concentre généralement toute son extraction dans l'usine traitant les caliches les plus riches, et prépare ainsi la totalité des quote-parts revenant à chacune des usines de la Société. Très souvent, une usine s'adresse à sa voisine pour lui fournir le quantum dont elle a besoin d'après la répartition de la combinaison.

C'est ainsi que les usines Saint-Louis, dans le Taltal, ont à elles seules, en 1901, fourni plus du cinquième de la production totale. Voici pour 1905 la statistique de l'iode exporté par le Chili, réparti par port d'embarquement :

Pinagua	31.550 kilos
Iquique	362.360
Tocapilla	79.070
Antofagasta	61.050
Taltal	30.200
	564.230

Le prix d'extraction de l'iode au Chili varie de 4 fr. 50 à 5 fr. 15 par kilogramme ; cet iode paie un droit de sortie de 2 fr. 20 et entraîne pour son transport à Londres et les frais complémentaires une nouvelle dépense de 2 fr. 30, de sorte que le prix de revient sur le marché de Londres ne dépasse pas 9 fr. 65. Avec un prix moyen de vente de 22 francs à Londres, le Chili réalise ainsi pour 450.000 kilos un bénéfice net d'environ 5,5 millions. Comme le prix de vente par kilogramme est aujourd'hui d'environ 40 francs, on voit que les intermédiaires entre le Chili et le consommateur prélèvent au passage un bénéfice beaucoup plus élevé, atteignant environ 8 millions.

Le prix de vente de l'iode par les Chiliens ne dépasse guère le prix de revient dans les usines françaises, qui serait voisin de 18 francs.

La Norvège et le Japon sont aujourd'hui de nouveaux producteurs d'iode. Indépendamment de l'iode consommé chez lui, le Japon a exporté depuis 1902 les quantités suivantes :

1902	1.800 kilos
1903	15.000
1904	30.000
1905	50.000

D'après Molinari, les usines européennes auraient produit 180.000 kilos d'iode en 1911; en comptant 60.000 kilos pour le Japon, nous arrivons à une production mondiale voisine de 700.000 kilos.

Europe	180.000 kilos
Chili	438.000
Japon	60 000
	678.000

Au prix actuel de 40 francs, on voit que la valeur marchande de l'iode représente environ 28 millions, chiffre amplifié considérablement si nous examinons la valeur de tous les produits de transformation de l'iode, vins iodés, peptones iodées, etc.

L'Allemagne est la plus grande importatrice d'iode; voici le tableau de ses importations :

1905	377.000 kilos
1906	297.000
1908	194.000
1909	369.000
1910	362.000
1911	302.900

L'iode importé en 1911 se répartissait ainsi suivant son origine :

Chili	235.600 kilos
Pérou	22.000
Norvège	14.800
Japon	7.600

V. — Autres origines de l'iode.

L'iode est très répandu à la surface de la Terre, mais toujours à dose très faible ; dans certaines opérations industrielles où il était amené à se concentrer naturellement, on a pu en recueillir de petites quantités.

Les phosphorites du Lot sont iodifères; quand on les transforme en superphosphates par traitement avec l'acide sulfurique, il se dégage des vapeurs abondantes contenant de l'iode ; celles-ci peuvent être recueillies comme on l'a fait pendant quelque temps à l'usine Michelet et Thibault à la Villette et aux usines Kuhlmann à Lille. A la Villette, vers 1874, on obtenait 12 kilos d'iode par jour.

Les minerais de fer de la Lorraine et du Luxembourg contiennent aussi de l'iode, mais à l'état infinitésimal ; les vapeurs d'iode se dégagent du haut fourneau avec tous les gaz réducteurs. Quand on lave ceux-ci à la sortie du gueulard, on retient des matières salines qui contiennent 1,50 °/₀ d'iode. M. Gredt, ingénieur aux usines d'Esch (Luxembourg), a calculé que 100 tonnes de fonte peuvent donner 2 kilos d'iodure de potassium. Les usines de la Lorraine et du Luxembourg rejettent aussi dans l'air une quantité d'iode correspondant annuellement à 60 ou 70 tonnes d'iodure.

VI. — Avenir de cette industrie.

La consommation de l'iode augmente chaque année; il est, à l'heure actuelle, l'antiseptique le plus universellement apprécié. Il n'y a pas un de ses composés qui ne joue un rôle thérapeutique dans certaines maladies ; l'iode est bien l'élément qui tient la plus grande place dans la pharmacopée moderne. Universellement répandu dans le monde organique, il doit y jouer un rôle considérable ; nous connaissons déjà la place importante qu'il tient dans la glande thyroïde, mais il paraît très probable que l'avenir nous montrera l'iode jouant dans les réactions biologiques le rôle d'un important catalyseur. Il n'est donc pas douteux que la consommation de l'iode ne soit appelée à grandir avec le temps.

Les gisements de nitrates naturels du Chili sont limités ; on peut admettre qu'ils seront épuisés dans une centaine d'années ; il restera bien dans le même pays d'autres gisements salifères, sulfate de sodium, sulfate d'alumine, caliches pauvres, etc., mais ces derniers sont-ils iodifères ? D'ailleurs, même s'ils contenaient de l'iode, ils devraient être exploités uniquement pour l'extraction de l'iode et alors le prix de revient de ce dernier augmenterait dans des proportions considérables. Il apparaît donc comme probable que l'industrie de l'iode reviendra aux collecteurs d'iode de la mer, varechs et sans doute animaux marins, chez lesquels on a reconnu, dans ces dernières années, souvent des teneurs en iode fort élevées. Par exemple, certaines éponges tropicales contiennent de 8 à 14 °/₀ d'iode. Mais alors les méthodes d'extraction devront se perfectionner de manière à ne pas détruire les matières organiques qui accompagnent l'iode et à ne pas perdre une fraction assez sérieuse de cet élément pendant l'incinération. L'industrie de l'iode de la mer, après avoir traversé une crise assez prolongée, reprendrait ainsi la première place ; ce serait là un de ces recommencements qui ne sont rares ni dans la science, ni dans l'industrie. Les théories aujourd'hui désuètes sont souvent les théories triomphantes de demain.

Camille Matignon,
Professeur au Collège de France.

REVUE DE GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE

I. — Faits de peuplement.

§ 1. — Les facteurs géographiques et économiques de l'émigration.

Un des faits saillants de l'évolution sociale consiste à corriger l'inégale répartition naturelle de la race humaine à la surface du globe. Les causes du phénomène sont nombreuses : surpopulation (Chine, Japon), mauvaise répartition de la propriété foncière, insuffisance des moyens d'existence (Italie, Espagne, Russie), intolérance politique ou religieuse (Angleterre, Russie). En outre, l'émigration est facilitée par le développement et le bon marché des transports maritimes, par l'extension des voies ferrées dans les pays neufs, par les relations qui existent entre le pays de départ et le pays d'installation (commerce, communauté de race ou de langue), par la législation (liberté de tester), par les organisations publiques ou privées, organisées en vue de la favoriser (agences d'émigration); elle se multiplie, enfin, par une sorte d'entraînement, de psychose épidémique — suivant le mot de G. Tarde — dans les milieux sociaux où elle se répand, attirant des familles et des villages entiers [1].

M. René Gonnard estime que la capacité migratoire, forte ou faible, des Etats est liée beaucoup moins à des conditions permanentes de race et de nationalité qu'à des situations plus ou moins passagères de civilisation et de culture [2]. En d'autres termes, l'émigration est une question de « moment », d'époque; il y a des cycles d'émigration intense et des cycles d'émigration faible. L'histoire confirme cette manière de voir. Aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, la France a enregistré des exodes importants vers nos colonies d'Amérique. L'émigration allemande est tombée depuis trente ans de 220.000 à 25.000 personnes, tandis que celle de l'Italie, de l'Espagne, de la Russie, de l'Autriche-Hongrie, de l'Angleterre atteint actuellement des chiffres qui pourront être difficilement dépassés :

	Angleterre	Allemagne	Italie	Autriche-Hongrie
	—	—	—	—
1865 (année sèche) . .	175.000	72 000	»	»
1873	228.000	110.400	»	11.000
1875 (année de crise industrielle)	141.000	32.300	»	12.000
1880 (année humide).	228.000	117.000	120.000	29.600
1883.	320.000	173.600	169.000	35.000
1884 (année de crise industrielle)	243.000	149.000	157.000	33.000
1893 (année sèche) . .	209.000	87.600	247.000	63.000
1907.	395.000	31.600	705.000	386.000
1908 (année de crise industrielle)	256.000	19.800	487.000	107 000
1911.	441.000	23.000	534.000	164.000[1]

De l'examen des pays signalés, il ressort que les émigrants appartiennent principalement aux populations agricoles, tandis que leur nombre va en diminuant dans les pays dont l'industrialisation va croissant, comme on peut le constater en Allemagne. L'Angleterre, surtout, et la France, dans une moindre mesure, font exception à cette règle. La Grande-Bretagne reste pays de grande émigration par suite de sa situation insulaire, de l'attraction exercée par ses grandes colonies de climat tempéré, peuplées par une majorité d'Anglais où l'émigrant retrouve la même société et les mêmes habitudes de vie qu'il a quittées dans la métropole, par suite, enfin, de cette coutume du droit d'aînesse, qui pousse les cadets à s'expatrier pour se refaire plus vite un patrimoine. En France, notre droit successoral égalitaire exerce une influence inverse et notre population stagnante ne nous permet même pas, malgré le caractère agricole prédominant de notre pays, de peupler suffisamment l'Afrique du Nord malgré sa proximité et son climat favorable.

Sans connaître les conclusions de M. R. Gonnard, M. Edouard Brückner, l'auteur de la théorie du cycle de trente-cinq ans en matière de périodicité des phénomènes météorologiques, vient d'étudier les rapports de ces variations avec le mouvement des émigrants entre notre continent et les Etats-Unis [2]. Une période d'années humides produit dans l'Europe centrale et méridionale une série de récoltes médiocres, tandis que les Etats-Unis, qui s'accommodent mal de la sécheresse, en auront d'excellentes. De telle sorte que les populations agricoles seront plus sensibles à l'émigration pendant les périodes pluvieuses que pendant les périodes sèches. Les courbes des pluies dans l'Europe occidentale et les Etats-Unis indiquent

[1] Cf. Pierre Clerget : Géographie économique. L'exploitation rationnelle du globe. In-16, O. Doin et fils, 1912. Ch. II. La population.

[2] René Gonnard : Les nouveaux progrès de l'émigration britannique. *Revue économique internationale*, 15-20 octobre 1913. — Cf. du même auteur : *L'émigration européenne au XIXe siècle*. In-16, A. Colin, 1906.

[1] Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Statistique générale de la France. *Annuaire statistique, 1912*. Paris, 1913.

[2] Ed. Brückner : Klimaschwankungen und Völkerwanderungen. In-18, Wien, A. Hölder, 1912. Vortrag gehalten in der feierlichen Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 31 mai 1912. Compte rendu par Et. Clouzot : *La Géographie*, 15 juin 1913.

deux maxima vers 1850 et vers 1880. Or, si l'on considère la moyenne annuelle des immigrants aux Etats-Unis, on constate également deux maxima pendant les décades 1850-1860 et 1880-1890[1]. En Allemagne, l'année 1850 coïncide également avec une reprise et l'année 1881 marque avec 1854 les maxima atteints.

Cette explication demande, toutefois, à être complétée. Il ne faut pas oublier que les émigrants européens sont en grande partie attirés par les villes américaines et sont employés dans les industries et dans les travaux publics. Or, ces branches d'affaires sont également soumises à des cycles de prospérité suivis de périodes de dépression. Pendant tout le XIXe siècle, les crises industrielles et commerciales se sont succédé à des intervalles réguliers de huit ou neuf ans; elles ont toujours été suivies d'une réduction sensible du nombre des émigrants, comme le montrent les chiffres du tableau précédent, et la répercussion industrielle est certainement plus sensible que l'influence agricole. La statistique des émigrants débarqués aux Etats-Unis fournit la même indication : de 1893 à 1894, les chiffres tombent de 502.917 à 314.467, et de 1907 à 1908, la chute est encore plus sensible, elle va de 1.285.349 à 782.870.

§ 2. — Les facteurs géographiques du développement urbain.

Trois facteurs géographiques concourent à situer les villes : le site, la position et la composition du sol et du sous-sol. Le site, c'est-à-dire la topographie du lieu, est le moins influent; c'est un facteur accessoire en ce sens que l'homme peut le modifier à son avantage en comblant des marais, en resserrant le lit d'un fleuve, en perçant des tunnels. La composition du sol et du sous-sol est déjà plus importante : des richesses minières suffisent pour créer une ville, dont la caractéristique est une croissance rapide et parfois éphémère. Mais c'est la position géographique, c'est-à-dire la situation vis-à-vis des voies naturelles ou au point de contact de deux régions économiquement différentes, qui représente la cause essentielle et permanente du développement urbain. D'une récente étude du professeur Albrecht Penck : *Die Lage der deutschen Grosstädte*[2], il résulte qu'en Allemagne, sur les 43 villes de plus de 100.000 habitants, 29 sont des têtes de ponts; toutes sont, soit des étapes ou des carrefours sur des voies de communication naturelles, soit des centres d'exploitation de richesses minières, thermales ou agricoles. Quatre seulement font exception, constituées seulement par une cristallisation de la population dans des régions industrielles à forte densité. De récents travaux de géographie urbaine, consacrés à des villes françaises, vont nous permettre d'illustrer ces considérations.

Au pied de l'escarpement du Rachais, installée sur un cône d'alluvions ramassant en un seul lit la rivière principale, Grenoble n'était guère favorisée par son site, mais c'était une tête de pont, l'étape obligée des voyageurs allant de Lyon en Italie par le Genèvre[1]. La position géographique a fait la fortune de la ville, bâtie au débouché des grandes routes qui pénètrent dans les Alpes dauphinoises : la vallée du Grésivaudan conduit à l'entrée de la Tarentaise et de la Maurienne, voie d'accès des cols du Petit Saint-Bernard et du mont Cenis; la vallée de la Romanche mène à l'Oisans, au Lautaret, à Briançon et au passage facile du mont Genèvre; enfin, par la vallée du Drac, on gagne également le passage du Genèvre, et on peut encore atteindre le Trièves, la vallée du Buech et la basse Durance.

La fortune de Grenoble lui est venue de l'industrie de la ganterie, dont la matière première est fournie par les chèvres de la montagne, de la fabrication du ciment, préparé avec les marnes et les calcaires qui affleurent sur les pentes du Rachais et en se servant de l'anthracite des mines de la Mure, enfin, des industries hydroélectriques, alimentées par les torrents alpestres. Et c'est encore dans la montagne que se recrute la main-d'œuvre grenobloise.

Bien que le site de Dijon soit plus favorable que celui de Grenoble, c'est encore la position géographique qui l'a imposé à l'emplacement de la percée de l'Ouche[2]. C'est là qu'une des routes de passage de la Saône à la Seine, par la vallée de l'Ouche et le canal de Bourgogne, vient croiser celle qui, suivant le pied des « côtes », conduit de Lyon vers Langres et vers le Nord, et qu'emprunta la voie romaine de Lyon à Metz et à Trèves. C'est encore ce croisement qui détermina le choix du tracé de la ligne ferrée de Paris à Lyon et à Marseille, malgré la nécessité de creuser plusieurs kilomètres de tunnels à travers les plateaux calcaires, de Blaisy-Bas à Dijon.

L'essor de la ville a eu justement pour cause dé-

[1] Moyenne annuelle par décade :

1820-30.	14.000	1860-70.	231.000
1830-40.	59.000	1870-80.	281.000
1840-50.	171.000	1880-90.	524.000
1850-60.	259.000	1890-1900.	384.000

Il faut remarquer, toutefois, la forte attraction exercée en 1848 par la découverte des mines d'or de Californie et la répulsion causée par la guerre de Sécession en 1863-1864.

[2] Analysée par A. Allix : La position géographique des grandes villes allemandes. *La Géographie*, 15 janvier 1914.

[1] Raoul Blanchard : Grenoble. Etude de géographie urbaine. In-8, A. Colin, 1911. — Ch.-A. Roux : Grenoble. Le cours Berriat. Etude géographique d'une rue. In-8, Grenoble, 1913.

[2] H. Hauser : Le site et la croissance de Dijon; L. Eisenmann : Dijon, centre de communications. Dijon et la Côte d'Or en 1911. XXXXe Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences. In-8, Dijon, 1912, t. I.

terminante la construction de la voie ferrée de Paris à Lyon et des nombreux embranchements qui rattachent Dijon à Nancy, à Reims, à Belfort et à Bâle, à Besançon et à Neuchâtel, à Pontarlier et à Lausanne, à Saint-Amour, Bourg et Culoz et, de là, vers Genève et le Mont-Cenis. Dijon est la tête du fuseau qui comprend toutes les voies françaises pénétrant en Suisse. Si quelques industries locales, et notamment celles des produits alimentaires, sont adaptées aux matières premières de la région, d'autres, comme les produits chimiques, la métallurgie, doivent leur développement à la facilité des transports et à la multiplicité des voies, et c'est encore la même cause qui favorise le marché régional et l'afflux des touristes, attirés par les richesses artistiques de la ville.

Moins attirant encore que celui de Grenoble, le site de Lyon est constitué par le défilé de la Saône, taillé à pic dans les roches cristallines, par les deux collines de Fourvières et de la Croix-Rousse, et les terrains du confluent, autrefois formés de « lônes » et de « brotteaux », îles de cailloutis instables, entre lesquelles vagabondaient les deux rivières[1]. Là encore, c'est la position géographique qui a fait la fortune de la ville. Limite climatique entre le Nord et le Midi, point de convergence de trois domaines géologiques, confluent de trois branches navigables, Lyon est une croisée de routes qui en ont fait de bonne heure un grand centre d'échanges, et, aux xve et xvie siècles, un rendez-vous de foires célèbres où l'on venait des Flandres, d'Allemagne, de Suisse, d'Italie, d'Espagne. Les chemins de fer ont transformé ses avantages naturels : les grands tunnels alpins ont détourné une partie du trafic de Lyon comme de celui de Marseille; la voie du Bourbonnais par Roanne et Moulin a perdu au profit de celle de la Bourgogne; enfin, la navigation sur le Rhône a diminué devant la concurrence de la voie ferrée et par suite des conditions naturelles défavorables du lit du fleuve.

C'est à ses anciennes foires, c'est-à-dire encore à sa position géographique, que Lyon doit son industrie maîtresse, la fabrication des soieries, dont le commerce est étroitement localisé au pied de la Croix-Rousse, alors que les métiers ont en grande partie émigré dans les régions voisines. Mais, depuis trente-cinq ans, d'autres branches ont grandi; malgré la cherté du combustible, les industries mécaniques, chimiques, alimentaires se sont développées, favorisées par une main-d'œuvre abondante, un large marché local et de grandes facilités de transport, en même temps que l'axe de la ville se déplaçait à l'Est, vers la plaine dauphinoise, sur un emplacement plus facile que le site primitif.

Rouen fournit encore un exemple de l'influence prépondérante de la position géographique : il doit son origine au passage où l'on traversait la Seine, au point de contact du fleuve et de la marée, mais la présence de marais à cet endroit, la complication du réseau hydrographique, l'impénétrabilité du massif forestier ne pouvaient guère servir qu'à la défense; cette topographie se prêtait mal à l'extension d'une grande cité[1]. La position géographique, par contre, était de premier ordre : la baie et la vallée de la Seine ouvrent une porte sur l'intérieur de la France et sur sa capitale; deux régimes hydrographiques et deux navigations, maritime et fluviale, s'y trouvent en contact; une grande voie humaine, allant des plaines picardes aux pâturages de la Basse-Normandie, traversait le fleuve à cet endroit.

C'est pourquoi, avant d'être un centre de fabrication pour les draps, les toiles et, plus tard, les cotonnades, Rouen fut d'abord un marché, et il l'est resté; le marché maritime a cédé sa place au Havre; le marché local alimente les industries rouennaises, mais il est en décroissance au profit du commerce de transit : de tout temps, la ville a été le grand marché d'approvisionnement de la région parisienne, et l'on comprend que les Rouennais ne soient point partisans du projet Paris port-de-mer.

II. — Faits d'exploitation.

§ 1. — Le caoutchouc de plantation et la défense du caoutchouc de cueillette.

Depuis quelques années, une véritable « fièvre du caoutchouc » sévit en Angleterre, principalement, et se traduit par une énorme extension des plantations d'*Hevea* dans le pays du Moyen-Orient : la péninsule malaise, Java et Sumatra, Ceylan, l'Inde anglaise et la Birmanie; la Cochinchine vient aussi d'entrer dans ce mouvement[2]. De telle sorte que la production du caoutchouc de plantation a passé de 145 tonnes en 1905, à 27.500 tonnes en 1912; on

[1] Maurice Zimmermann : Lyon, étude géographique. Lyon et la région lyonnaise depuis les origines jusqu'à nos jours. Publication de la Section lyonnaise de la Société des études locales dans l'enseignement public. In-16, Lyon, 1913.

[1] J. Levainville : Rouen. Etude d'une agglomération urbaine. In-8, A. Colin, 1913. — P. de Rousiers : Les grands ports de France. In-18. A. Colin, 1909. Ch. III. Rouen.

[2] W. Friling : La situation du marché du caoutchouc. *Revue économique internationale*, 15-20 décembre 1913. — G. Lamy-Torrilhon : La situation économique du caoutchouc. *Journal d'agriculture tropicale*, 30 novembre 1913. — M. Merlin : La crise du caoutchouc. *L'Afrique française*, décembre 1913. — Ed. Payen : La crise du caoutchouc et l'Afrique occidentale française. Ib., février 1914. — O. Labroy et V. Cayla : Culture et exploitation du caoutchouc au Brésil. Rapport au ministre de l'Agriculture. Bureau d'informations du Brésil, Paris, 1913. — H. Brenier : Le caoutchouc de plantation en 1909. Son avenir. *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, mars-avril 1910.

parle de 40 à 50.000 tonnes pour 1913, qui représenteront sensiblement la moitié de la production mondiale et l'équivalence de la production brésilienne.

De fin décembre 1912 à décembre 1913, les prix ont baissé de moitié, sans que pourtant jusqu'ici la production ait dépassé la consommation; c'est donc une crise anticipée, une surproduction escomptée, devant les énormes pronostics du rendement futur des plantations. Cette baisse des prix renferme, dans une certaine mesure, le remède à l'excès de plantations : d'un côté, elle favorisera certainement la consommation, directement, d'abord, en étendant les usages du produit, et indirectement, en remplaçant de plus en plus dans la fabrication le caoutchouc régénéré ou ses succédanés par le produit neuf; d'autre part, elle poussera les exploitants à réduire leurs frais et à ralentir l'extraction.

En 1912, sur une production mondiale de 104.000 tonnes, le Brésil a fourni à lui seul 46.500 tonnes; aussi bien, ce pays se préoccupe-t-il activement de protéger sa production. Il a créé une « Superintendance de la défense du caoutchouc », rattachée directement au Ministère de l'Agriculture, et il vient d'ouvrir, en janvier dernier, une « Exposition nationale du caoutchouc » dont le but est de fournir un relevé exact de l'état actuel de l'industrie extractive de l' « or noir ». Dans les *seringueiros* du Para, de l'Amazone, du territoire de l'Acre, l'extraction se fait par des procédés empiriques et barbares, les hévéas sont disséminés sur de larges étendues et nécessitent des transports longs et pénibles pour le produit et pour la main-d'œuvre, rare et coûteuse, par suite de la cherté de la vie dans ces régions. La solution du problème est cherchée dans l'emploi de méthodes scientifiques d'incision, d'extraction du latex, de coagulation, dans la construction d'hôtelleries d'émigrants à Bélem et à Manaos, dans la création d'usines de raffinage en Amazone et de fabriques d'objets de caoutchouc à Rio de Janeiro, enfin, dans la réduction des charges fiscales qui pèsent sur ce produit et dans l'amélioration des services fluviaux et l'abaissement des frets. On abandonne l'idée de « valorisation » artificielle des prix, employée pour le café, pour la valorisation progressive du milieu d'exploitation[1].

Les caoutchoucs africains, inférieurs en qualité à ceux du Brésil, souffriront davantage de la concurrence des plantations asiatiques. Or, ce produit intéresse au plus haut point nos colonies d'Afrique occidentale, d'Afrique équatoriale et de Madagascar.

[1] L'Exposition nationale de caoutchouc à Rio de Janeiro. *Moniteur officiel du Commerce*, 19 février 1914.

Le tableau suivant indique la valeur des exportations de 1912, en milliers de francs :

Sénégal	1.077
Haut-Sénégal et Niger	866
Guinée	15.095
Côte d'Ivoire	8.256
Dahomey	25
Gabon	1.990
Moyen Congo	13.261
Madagascar	5.181
Total	45.751

A l'exception de la Cochinchine, qui a entrepris depuis quelques années des plantations d'hévéas, nos autres colonies en sont encore à la phase primitive de la cueillette, leurs exploitants n'ayant pas été stimulés par l'Administration, qui a négligé jusqu'ici la création de jardins d'essais, de stations de culture, comme l'ont fait avec tant de succès Java et Ceylan. Il est temps de s'émouvoir et de profiter de la leçon. Il faudra planter en Afrique, comme ailleurs, repeupler les forêts détruites de leurs lianes, améliorer la qualité par l'emploi de meilleures méthodes de récolte et de coagulation. M. Ponty, gouverneur général de l'Afrique occidentale, vient de prescrire que tous les stocks de caoutchouc destinés à l'exportation, plaques ou lanières, fissent l'objet à la sortie d'une vérification minutieuse et que le permis d'embarquement soit refusé aux produits qui ne seraient pas d'une pureté absolue et d'un conditionnement parfait. En Afrique équatoriale, M. Merlin a fait réduire les frais de transport, les droits de sortie et le prix de rétrocession du caoutchouc d'impôt, mais ces diminutions qui grèveront lourdement les budgets ne suffiront pas pour rapprocher suffisamment le prix du produit de cueillette de celui du produit de plantation. C'est le relèvement de la qualité qui importe le plus, sans toutefois se faire d'illusions sur le résultat final : malgré ses propriétés de nervosité, dont il est resté privilégié jusqu'ici, le produit de cueillette finira par disparaître; c'est le caoutchouc de plantation récolté rationnellement qui doit logiquement l'emporter. C'est pourquoi, dès maintenant, nos colonies intéressées, et principalement la Guinée et le Moyen Congo, doivent se tourner rapidement vers la diversité des cultures; elles y trouveront la meilleure assurance contre les fluctuations de prix dont le caoutchouc vient de donner un exemple marquant.

§ 2. — La production et la consommation de la soie.

Le *Syndicat des marchands de soie* de Lyon publie chaque année une statistique de la production mondiale de la soie, accompagnée de notices sur chaque pays, qui peut être citée comme un modèle d'enquête et qu'il serait désirable de voir

imiter pour les autres fibres textiles[1]. Nous en extrayons les chiffres suivants qui représentent les moyennes annuelles, en milliers de kilogrammes :

	EUROPE	LEVANT et Asie Centrale	EXTRÊME-ORIENT	TOTAUX
1871-75	3.676	676	5.194	9.546
1876-80	2.475	639	5.740	8.854
1881-85	3.630	700	5.108	9.438
1886-90	4.340	738	6.522	11.600
1891-95	5.518	1.107	8.670	15.295
1896-1900	5.220	1.552	10.281	17.053
1901-05	5.312	2.304	11.476	19.092
1906-10	5.459	2.836	14.917	23.212
1911	4.330	2.960	17.280	24.570
1912 (chiffres provisoires)	4.982	2.233	19.700	26.915

De l'examen de ces chiffres, ce qui frappe d'abord, c'est la continuité de la progression, la période décennale 1876-1885 mise à part. Et encore, faut-il noter que pour l'Extrême-Orient, les Indes, l'Indo-Chine, l'Asie Centrale, la Perse, il s'agit uniquement des exportations et non de la production totale ; toute la consommation indigène n'est pas comptée. Cet accroissement régulier est favorisé, malgré les fluctuations de la mode, par l'extension à de nouvelles couches de consommateurs, de l'usage de l'étoffe de soie pure ou mélangée, soit par la diffusion de la richesse dans les masses populaires, soit par la pénétration de nos habitudes sociales dans des régions nouvelles.

La seconde observation concerne la disproportion de la part prise par les diverses régions productrices dans cette augmentation. De 1871 à 1912, les soies de provenance européenne ont gagné 1.314.000 kilos, celles du Levant et d'Asie centrale, 1.624.000 kilos, et les exportations d'Extrême-Orient, 12.086.000 kilos sur un accroissement total de 17.194.000 kilos. Si l'on se reporte seulement au commencement du XXe siècle, on voit que les récoltes d'Europe ont fléchi, que celles du Levant et d'Asie Centrale sont stationnaires, et on peut juger du rôle important qui est dévolu à l'Extrême-Orient dans l'approvisionnement général du monde.

La diminution de la production de la soie en Europe vient du fait que, partout, en France comme en Italie, les populations rurales s'intéressent moins qu'autrefois à l'élevage du ver, parce qu'elles trouvent plus rémunératrices certaines cultures, comme la vigne, ou certaines industries locales, comme la bonneterie de soie dans les Cévennes. Sans doute, les conditions climatériques favorables, une longue adaptation de la main-d'œuvre à une technique délicate et une amélioration des méthodes d'éducation pourront ralentir cette diminution, mais c'est tout ce qu'il est possible d'espérer avec l'énorme prépondérance prise par l'Extrême-Orient, avantagé par des salaires et un étalon de vie beaucoup moins élevés qu'en Europe.

C'est ainsi qu'au Japon l'exportation a passé de 4.619.000 kilos, en 1905, à 10.620.000 kilos, en 1912, et la production totale de ce pays est évaluée à 15 millions de kilos, soit plus de la moitié de la quantité consommée par l'industrie de l'Europe et de l'Amérique. Cette progression n'est sûrement pas terminée ; l'Etat encourage la sériciculture non seulement sur son propre sol, mais aussi, en Corée, il y trouve une ressource fiscale importante, tandis que la grande valeur de la soie exportée vient compenser les achats considérables faits à l'étranger. En Chine, la progression est plus lente parce que l'encouragement de l'Etat fait défaut, mais la forte densité de population, des traditions millénaires et la situation climatique favorable des provinces du centre et du midi fournissent à ce pays des ressources illimitées pour l'industrie du monde entier. L'exportation de l'Inde anglaise va, au contraire, en diminuant régulièrement depuis 1907[1].

Les statistiques de consommation de la soie ne remontent qu'à 1903 ; elles sont établies par la Commission permanente des valeurs de douane et montrent que la consommation a suivi la même progression régulière que la production, passant de 17.962.300 kilos, en 1903, à 27.761.000 kilos, en 1912. Voici comment se répartit cette consommation en 1912, en milliers de kilogrammes :

Etats-Unis	11.208
France	4.661
Allemagne	3.734
Suisse	1.715
Russie	1.700
Inde anglaise	1.175
Italie	1.125
Autriche-Hongrie	794
Angleterre	642
Espagne	151
Pays divers	856
Total	27.761

L'accroissement de la consommation est général, sauf en Russie et en Autriche, atteintes dans leurs débouchés par la guerre des Balkans. Mais ce qui frappe le plus dans ce tableau, c'est la part des Etats-Unis, qui représente 40,37 °/₀ de la consommation totale. Tandis que la consommation de l'Europe s'est élevée seulement de 12 millions de

[1] Syndicat de l'Union des marchands de soie de Lyon : *Statistique de la production de la soie en France et à l'étranger*. Récolte de 1912. Lyon, A. Rey, 1913. — Rapport de M. L. Guérin à la 4e section de la *Commission permanente des valeurs de douane*. Paris, Imprimerie nationale, 1913. — *Bulletin hebdomadaire des soies et des soieries*. Lyon, Georg et Cie.

[1] Par suite de substitutions d'autres cultures, l'élevage du ver à soie a presque complètement disparu, à tel point que l'Inde importe actuellement des soies de Chine pour sa propre consommation.

kilos, en 1903, à 14.522.000 kilos, en 1912, celle des Etats-Unis a plus que doublé pendant la même période, passant de 5.100.000 kilos à 11.208.000 kilos, de telle sorte que le marché de la soie dépend aujourd'hui, en très grande partie, de la plus ou moins grande activité des fabriques américaines. Ce marché, toutefois, reste en Europe, en France et en Italie, principalement. En 1913, en effet, sur un total de 25.094.621 kilos de soie, qui ont passé dans les Conditions des soies d'Europe, les établissements français en ont reçu 10.809.725 kilos, et ceux d'Italie 10.496.698 kilos. Depuis quelques années, la France regagne sur l'Italie, mais Milan vient encore au premier rang avec 9.496.985 kilos, contre 8.414.341 kilos à Lyon, et c'est la prépondérance de la filature italienne qui en est la cause principale.

§ 3. — La production de l'or ; sa décroissance en 1913[1].

En exceptant la période de la guerre sud-africaine, pour la première fois depuis vingt-huit ans, la production de l'or dans le monde vient de baisser sensiblement. Après une croissance rapide à partir de l'exploitation presque simultanée des riches gisements du Transvaal, de l'Australie occidentale et du Colorado, elle avait dépassé, en 1906, 2 milliards de francs, pour atteindre 2 milliards 300 millions en 1908. Depuis cette dernière date, l'augmentation s'est sensiblement ralentie et l'année 1913 enregistre un recul d'une soixantaine de millions de francs, 2.356 millions de francs contre 2.416 millions en 1912.

Pendant la période de rapide accroissement, 1890-1908, les trois grands producteurs ont été le Transvaal, qui a pris la tête en 1898, les Etats-Unis et l'Australie, qui a fléchi sensiblement depuis 1905. A eux seuls, ils représentent plus des deux tiers de l'extraction mondiale. Le tableau suivant donne les chiffres provisoires de 1913, d'après l'*Engineering and Mining Journal* et le *Commercial and Financial Chronicle* de New-York :

	MILLIONS DE FRANCS
Transvaal	911,5
Etats-Unis	441,5
Australasie	269,5
Empire russe	150,0
Mexique	87,5
Canada	76,5
Rhodésie	70,5
Inde anglaise	60,5
Autres pays	289,0
Total	2.356,5

Si l'on compare la production de 1913 à celle de 1912, le fait saillant qui en résulte, c'est une diminution de 30 millions de francs sur la part du Transvaal ; elle atteint le fameux gisement du Witwatersrand qui fournit à lui seul la presque totalité de l'extraction de l'Afrique australe et qui avait toujours été en progression, sauf pendant les années de la guerre anglo-boer. Ce recul doit être imputé à la crise de la main-d'œuvre qui a réduit sensiblement la production du second trimestre de 1913, et des grèves des employés de chemins de fer sont venues compliquer les conflits de races résultant de l'emploi des coolies hindous dans les mines. Mais il faut aussi signaler que les meilleurs gîtes d'affleurement (*deep-levels*) sont sur le point d'être épuisés et la teneur des filons s'affaiblit généralement en profondeur.

Aux Etats-Unis, la production a atteint son maximum en 1909 ; en 1913, elle continue de fléchir surtout dans l'Alaska, le Nevada, l'Utah, le Dakota du Sud, le Montana ; l'Orégon seul est en progrès notable et les deux Etats qui viennent en tête sont toujours la Californie et le Colorado. Dans l'Alaska, on attend beaucoup d'une mine nouvelle, qui compenserait l'épuisement de certains dépôts alluviaux.

En Australasie, le recul est régulier depuis 1903, époque à laquelle ce pays occupait le premier rang dans la production mondiale ; il s'est accentué à partir de 1906 ; l'Australie de l'Ouest vient en tête et marque un léger relèvement avec la Nouvelle-Zélande.

L'Empire russe est en progrès marqué après plusieurs années de recul ; sa production est entravée par le climat, l'insuffisance de main-d'œuvre et de moyens de transport ; la technique n'y est pas aussi avancée qu'ailleurs ; ces raisons font espérer un accroissement de production dans l'avenir. Le Mexique pourra également produire davantage lorsque la sécurité sera rétablie. L'Inde, qui exploite surtout le gisement de Colar, dans l'Etat de Mysore, peut aussi accroître son rendement. Il en est de même de la Rhodesia. Le Canada, qui a vu si rapidement s'épuiser les placers du Klondyke, réserve certainement des surprises dans la région des Montagnes Rocheuses, si riche aux Etats-Unis. On peut encore fonder quelque espoir sur l'Amérique du Sud, l'Extrême-Orient, l'Afrique occidentale et centrale.

III. — Faits de circulation.

§ 1. — Brest, port transatlantique européen.

Des civilisations très avancées sur ses deux bords, des relations commerciales très étendues qui s'ajoutent à l'échange des personnes et des idées ont fait de l'Atlantique Nord le théâtre d'une

[1] Pierre-Leroy-Beaulieu : *L'Economiste français*, 14 février 1914.

concurrence nationale ardente, qui se traduit dans les dimensions toujours croissantes des navires et dans l'accélération de leurs vitesses. L'absence d'escales entre l'Europe et les États-Unis favorise encore ce phénomène. Pour recevoir ces léviathans de la mer, il faut des ports spéciaux, des « ports de vitesse », accessibles à toute heure de marée, avec des profondeurs d'au moins 10 et bientôt 15 mètres. Riches de plusieurs centaines de ports, où nous avons dispersé des crédits insuffisants, nous ne possédons qu'un seul exemplaire de ce type spécial, Brest, et nous hésitons encore à lui donner l'outillage que nécessite son admirable situation naturelle.

L'Amérique du Sud commence d'entrer dans le cercle des relations européennes. L'ouverture du canal de Panama va faire de l'Atlantique central la zone de plus grande densité de la navigation océanique et la circulation générale va se trouver accrue de tout ce nouveau trafic.

Cette navigation transatlantique nous intéresse cependant tout spécialement. La situation géographique de la France fait de notre pays une puissance occidentale; nos côtes atlantiques sont la terminaison naturelle de l'Eurasie, et, comme le le fait remarquer M. Claude Casimir-Perier, Brest est le seul port européen qui soit à la fois le plus rapproché des côtes de l'Amérique du Nord et de l'Amérique Centrale et convenablement situé pour le service de l'Amérique du Sud[1].

Brest est situé à l'extrémité occidentale même de l'axe du continent asiatico-européen et, au double point de vue des régions d'origine et de destination, il occupe une situation unique.

Si, par suite du bon marché des frets, les marchandises recherchent les plus longues routes de mer, les « routes des détroits », les voyageurs préfèrent les moindres traversées marines, les « routes des caps », et Brest doit être la tête de ligne de la grande voie ferrée de l'Atlantique au Pacifique, qui a déjà pour terminus Fousan, le port coréen aménagé par le Japon. Le percement de Panama, en contribuant à l'essor de tous les États américains, particulièrement de ceux du Sud, accélérera encore les relations entre l'Europe et l'Amérique.

Notre situation géographique est si avantageuse que les paquebots étrangers viennent embarquer les voyageurs dans nos ports (35.000 en 1911). La raison en est d'abord dans l'infériorité du nombre et du matériel de nos lignes de navigation : sur 48 Compagnies qui desservent l'Amérique, 4 seulement sont françaises, et sur 197 lignes régulières nous n'en possédons que 13; sur 250 départs mensuels de paquebots des ports européens, 25 seulement, le dixième, battent pavillon français, et sur 334.950 passagers venant d'Europe et débarqués à New-York en 1911, 21.938, soit 6,5 °/, ont été amenés par des paquebots français. L'infériorité du matériel vient de ce que nous avons dû restreindre aux dimensions exiguës de nos ports la longueur, le tirant d'eau et le tonnage des navires à construire. Notre plus grand paquebot, *la France*, ne vient, avec ses 23.666 tonnes de jauge brute, qu'au neuvième rang des paquebots étrangers; il « date » déjà de sept ou huit ans; à la fin de 1914, il ne sera plus que le treizième sur la liste, et il représente, au moins pour six ans encore, le maximum possible de notre effort, correspondant à l'état du port du Havre[1].

A son plus grand rapprochement des côtes américaines, Brest ajoute encore l'avantage d'être le seul port européen en rade abritée sans barre, sans risques d'ensablement, sans écluses, profond de 17 à 40 mètres et indéfiniment extensible jusqu'à pouvoir offrir au commerce une surface d'eau de 15.000 hectares. A ces conditions favorables, on oppose certaines objections : les dangers de la navigation dans l'Iroise, l'avant-rade qui précède le goulet, et les difficultés d'entrée dans le goulet par temps de brume. Sur les premiers, les instructions nautiques renseignent et mettent en garde; pour les secondes, il est aujourd'hui facile d'y parer par la découverte récente des « phares sensibles » au moyen desquels, « entre deux postes hertziens qui croiseront leurs ondes, tout navire muni d'un poste sympathique « sentira » sa route sans y voir et ne pourra pas s'en écarter sans en être instantanément averti ». Enfin, pour 20 millions, Brest peut construire les 1.500 mètres de quais qui lui sont nécessaires pour recevoir à la fois quatre paquebots de 300 mètres de longueur. Il restera encore à organiser l'arrière-pays de Brest en améliorant les communications par voie ferrée avec Paris. A la réfection de la voie en cours d'exécution, à la suppression de presque tous les arrêts qui permettront de faire en huit heures le trajet Paris-Brest, on pourra encore ajouter le gain d'une heure en reliant directement les deux villes par Dreux, Alençon et Fougères.

Le projet de faire de Brest un grand port transatlantique a soulevé les craintes des représentants du Havre, de Nantes et de Bordeaux, qui redoutent les répercussions de cette concurrence

[1] Cl. Casimir-Perier : Brest-Transatlantique. *Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Paris*, février 1913. — V. Bérard : *La France de demain*. B. Grasset, éditeur, 1911. — Cl. Casimir-Périer : *Brest, port transatlantique européen*. In-8, Hachette, 1914.

[1] La comparaison des vitesses le place au troisième rang, après le *Mauretania* et le *Lusitania*.

sur leur trafic maritime; mais il ne faut pas oublier que Brest est en même temps un port de guerre, grevé de servitudes militaires, sans industries et sans hinterland économique; il restera donc forcément et uniquement ce que l'on veut qu'il soit, un port de vitesse, un port de voyageurs. D'autre part, les meilleurs spécialistes en matière de constructions navales, sir W. White et M. Bertin, sont d'avis que le déplacement maximum des paquebots est atteint à l'heure actuelle et qu'il serait illusoire d'en construire de plus grands. Dans une note présentée à l'Académie des Sciences le 3 juin 1912, M. Bertin a montré qu'il existe au déplacement une limite économique voisine de celui atteint par *l'Olympic*, par exemple, et, au delà de cette limite, l'augmentation de déplacement doit être entièrement consacrée aux poids de la coque et du moteur, sans qu'il en reste rien pour le chargement. Les très grands navires resteront donc une exception, et l'exemple de l'Angleterre, qui ne comptait en 1910 que vingt navires dont le tonnage dépassât 15.000 tonnes (sur 11.495 navires en fer de 100 tonnes et au-dessus), montre par des considérations purement commerciales que le gros des transports maritimes sera toujours fait par des navires de dimensions relativement modérées. Il est donc tout à fait inutile de faire de nos grands ports commerciaux des ports de vitesse; mieux vaut développer leur outillage et leurs voies affluentes et réserver à Brest, pour les raisons que nous avons dites, une spécialité en rapport avec ses avantages naturels et qu'il suffira seul à assurer sans concurrencer personne[1].

§ 2. — **Les voies ferrées en Afrique équatoriale.**

Depuis leur invention, les chemins de fer ont été par excellence l'instrument de mise en exploitation des pays neufs et le meilleur moyen de domination et de pacification des colonies; ils ont joué en plus grand et en plus rapide le rôle des voies romaines dans l'antiquité. Plus le continent est massif, mal découpé, plus les routes naturelles de pénétration font défaut, plus leur fonction est indispensable. Tel est le cas de l'Afrique[2].

A d'immenses étendues de côtes, presque rectilignes et inhospitalières en raison de la barre marine, vient s'ajouter le relief défavorable du continent, « assiette renversée » ou bouclier, dont les rebords étagés brisent le cours des fleuves par des gorges et des rapides. Ces obstacles sont encore doublés par les barrières désertiques, du Sahara, au Nord, et du Kalahari, au Sud, et par l'épaisse forêt vierge qui s'étend en bordure sur toute la côte occidentale entre les deux tropiques. Ainsi s'explique par ces difficultés extérieures le fait que l'Afrique soit restée le dernier « continent mystérieux », et que sa pénétration n'ait avancé rapidement que le jour où les Etats colonisateurs se sont mis à construire des chemins de fer.

Les rebords franchis, on se trouve en présence d'immenses surfaces, presque sans dénivellations, de longs biefs navigables. La première fonction du rail était d'accéder aux plateaux intérieurs, en partant des comptoirs commerciaux, des factoreries, échelonnés sur le littoral et qui constituaient la seule emprise de l'Europe sur le continent africain; c'est ainsi que de nombreux tronçons, de longueurs inégales, s'avancent des ports de la côte vers l'intérieur, chaque année un peu plus loin, suivant les crédits dont disposent les métropoles, à la rencontre des transcontinentaux futurs. Quelques lignes se contentent de réunir deux biefs navigables, en tournant les rapides : tel est le cas de celles que les Belges ont construites sur les bords du Congo, aux principales ruptures de pente. D'autres, avançant de l'Est et de l'Ouest, à la rencontre d'un même centre d'attraction, comme la région minière du Katanga, au Sud-Est du Congo belge, finiront par se souder en se faisant concurrence.

L'objet de trafic dépend étroitement du moyen de transport; aux produits de caravanes d'une assez grosse valeur sous un faible volume : la poudre d'or, l'ivoire, les plumes d'autruche, la gomme, à l'esclave surtout, le plus rémunérateur de tous, le chemin de fer substitue l'exploitation rationnelle des immenses ressources naturelles de l'Afrique intérieure : graines oléagineuses, caoutchouc, laine, coton, bétail, bois, minerais, dont nos industries européennes ont un si grand besoin.

L'appropriation des terres coloniales ne se justifie que par l'énergie, l'initiative, l'argent dépensé, la continuité de l'action qui se traduisent par leur mise en valeur. Le droit du premier occupant s'efface devant le droit supérieur de l'exploitant. L'impérialisme moderne repose sur ce principe énoncé par le Professeur Izoulet : « La propriété du sol n'est qu'une délégation perpétuellement révocable en cas de mauvaise gestion. » Les Italiens n'ont pas invoqué d'autre excuse à la conquête de la Tripolitaine. Jamais l'Allemagne n'aurait osé demander une parcelle de notre Afrique occidentale où un faisceau convergent de chemins de fer marque si solidement notre emprise, et nous ne pouvions, sans déchoir, que lui céder un territoire

[1] Ces considérations ne nous permettent pas de souscrire à la conclusion de M. Cl. Casimir-Perier qui pense que « la supériorité de Brest se manifestera, plus tardive peut-être, mais plus éclatante encore, pour le service des marchandises » (p. 370).

[2] E. Roume : Les chemins de fer en Afrique et le transafricain. *Bulletin de la Société de Géographie commerciale*, mars 1912.

où notre prise de possession n'était pas encore inscrite sur le sol : ni les traités les mieux en règle, ni les délimitations les plus minutieuses ne sont aujourd'hui des titres définitifs.

Les voies allemandes. — C'est vers l'Afrique équatoriale que se concentre depuis quelques années l'effort colonial allemand [1]. Il porte également sur le Kameroun, qui s'est étendu à nos dépens par la Convention du 4 novembre 1911, et sur l'Est africain. Par la première de ces deux colonies, l'Allemagne veut nous devancer à la fois vers le Tchad et sur le Congo. Du port de Duala, deux chemins de fer sont amorcés : l'un, dans la direction nord-est, ira aboutir sur le Logone, affluent du Chari; ce sera la voie la plus courte pour atteindre le Tchad; l'autre rejoindra le Nyong, passera dans le bassin de la Sangha, touchera l'Oubanghi à Zinga, à l'extrémité d'une des deux antennes que nous avons cédées à l'Allemagne, et se dirigera sur le Congo pour aboutir à Nouvelle Anvers.

Ces projets sont à l'étude; dans l'Est africain, nous nous trouvons en face de réalisations. C'est d'abord la ligne de l'Usambara, qui, partant du port de Tanga, dessert la région frontière de l'Afrique orientale anglaise. C'est ensuite la ligne, qui vient d'être achevée, de Dar-es-Salam à Kigoma, sur 1.260 kilomètres, la distance de Berlin à Milan, que l'on pourra franchir en quarante-huit heures, pour atteindre le lac Tanganika [1]. C'est la voie la plus courte pour atteindre l'intérieur du Congo belge et, en particulier, la région minière du Katanga. D'après le voyageur Emil Zimmermann, la zone d'attraction du chemin de fer allemand s'étendrait jusqu'à Stanleyville, quant à la durée

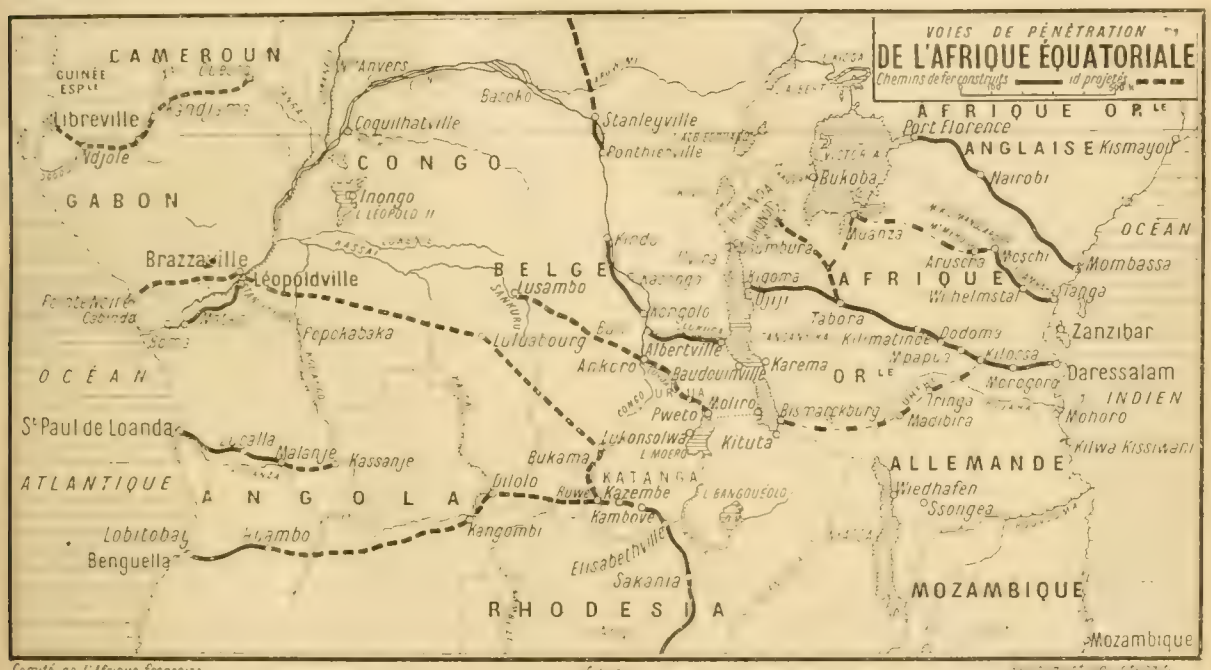


Fig. 1. Le cliché de cette figure nous a été aimablement prêté par le Comité de l'Afrique française.)

[1] A la fin de 1908, l'Allemagne exploitait en Afrique 1.988 kilomètres de voies ferrées, la France, 6.185 kilomètres, soit une proportion de 31 % qui correspond à peu près au rapport de la superficie des possessions allemandes et des possessions françaises d'Afrique. La situation a singulièrement changé depuis. Aujourd'hui, l'Allemagne possède 4.17[illegible] kilomètres de chemins de fer, la France, 7.600. La proportion du réseau allemand au réseau français a passé de 31 à 54 %. L'accroissement de longueur des chemins de fer allemands d'Afrique a été, de 1908 à 1913, de 109 %, et celui des chemins de fer français, pendant la même période, de 21 % seulement. Les Allemands ont posé 2.189 kilomètres de rail, tandis que nous n'en avons construit que 1.415.

[1] Cette ligne, construite à la voie de 1 mètre, s'élève jusqu'à 1.360 mètres d'altitude : Tabora est à la cote 1.200 et le niveau du lac à la cote 800. Le point terminus, Kigoma, est au fond d'une baie, à 6 kilomètres au nord de Ujiji. La longueur totale de la ligne (1.250 kilomètres) dépasse celle des grandes lignes africaines suivantes : Ouganda (940 kilomètres), Ouadi-Halfa à Khartoum (917 kilomètres), Lagos à Kano (1.146 kilomètres). Prochainement, un steamer de 1.200 tonnes sera mis en service sur le lac pour effectuer les traversées de Kigoma à Albertville (130 kilomètres) et de Kigoma à Bismarckburg. Les Allemands pensent déjà à employer des ferryboats, analogues à ceux de la Baltique, et qui supprimeront deux transbordements. Enfin, deux autres projets de voies ferrées sont déjà à l'étude : de Kilossa à Bismarckburg et de Tabora au coude de la rivière Kagera, cette seconde ligne pouvant ensuite être prolongée jusqu'au lac Victoria (C. Martin : Le chemin de fer du Tanganika, *L'Afrique française*, supplément, mars 1914).

des transports, mais la question de la rapidité est secondaire, surtout pour les marchandises; c'est celle des tarifs qui jouera le rôle principal dans la lutte qui va se dessiner entre la voie allemande et les voies belges.

Les voies belges. — La politique ferroviaire de la Belgique a consisté simplement à construire des tronçons de voie ferrée aux brusques ruptures de pente du Congo, en reliant entre eux les différents biefs navigables. De là, les lignes : Matadi-Léopoldville (400 kilomètres), construite, la première, de 1890 à 1898; Stanleyville-Ponthierville (125 kilomètres); Kindu-Kongolo (355 kilomètres); Kabalo-Albertville (270 kilomètres). En y joignant l'utilisation de la ligne allemande, le trajet de Dar-es-Salam à Matadi pourra se faire en un mois par rail et bateau à vapeur, alors qu'il y a trente-six ans, il avait demandé à Stanley deux années d'efforts surhumains.

Sur le grand bief du Congo, de Léopoldville à Stanleyville (1.685 kilomètres), le service est assuré par des vapeurs de 150 tonnes ou des barges de 350 tonnes; la durée du trajet à la remonte est de vingt et un jours, et de dix jours à la descente. Dans quelques mois, un vapeur de 800 tonnes, avec moteur Diesel et chauffé au pétrole, effectuera en dix jours le trajet du Pool à Stanleyville [1]. Sur les deux autres biefs, Ponthierville-Kindu (315 kilomètres), Kongolo-Kabalo (70 kilomètres), le transport est effectué par des vapeurs de 150 à 35 tonnes, appartenant également à la Compagnie des Grand Lacs.

Pour atteindre la région minière du Katanga, il faut encore ajouter un bief navigable sur la Lualaba, jusqu'à Bukama, et un chemin de fer en construction jusqu'à Kambove; aussi bien, les Belges s'aperçoivent aujourd'hui que cette longue voie mixte jusqu'à Matadi, avec 1.292 kilomètres de rail, 2.560 kilomètres par eau et six transbordements, n'est pas capable de concurrencer la voie, mixte également, sur Dar-es-Salam, mais qui ne comporte que 1.862 kilomètres de rail, 690 kilomètres par eau et quatre transbordements. De là, le projet, dont la réalisation est considérée comme urgente à Bruxelles, de réunir directement le Bas Congo au Katanga, de Dolo à Bukama, et, de préférence, entièrement par rail, au lieu de se servir partiellement du Kassaï et du Sankuru, navigables jusqu'à Lusambo, avec un vapeur de 50 tonnes et une barge de 60 tonnes [1].

La voie portugaise. — Lobito-bay, à 30 kilomètres au nord de Benguela, est une rade excellente et le point de départ d'une voie ferrée en construction, destinée à atteindre directement Kambove, dans le Katanga. Son parcours total sera de 2.080 kilomètres. Cette ligne, dont la construction a été commencée avec des capitaux anglais, sera achevée avec des capitaux allemands, de telle sorte qu'elle favorisera surtout la pénétration allemande, d'autant mieux que la colonie de l'Angola fait partie de la zone d'expansion économique que l'Angleterre a reconnue à l'Allemagne dans le traité secret de 1898, conclu en prévision du partage des colonies portugaises ou simplement de leur mise en valeur.

La voie anglaise. — Le sud du Katanga est déjà fortement atteint par la pénétration anglaise, facilitée par la ligne du Cap qui, par Kimberley, Mafeking, Buluwayo, Broken-Hill, atteint déjà Elisabethville et Kambove et se reliera au système navigable du Congo. L'influence de cette ligne est encore renforcée par l'embranchement qui, partant de Buluwayo, se dirige, par Fort-Salisbury, sur le port de Beira, dans la colonie portugaise de Mozambique, zone d'expansion économique que s'est attribuée l'Angleterre.

Les projets de voies françaises. — A ces activités allemande, belge et anglaise, la France n'oppose jusqu'ici que des projets. Nous n'avons pas encore construit un seul mètre de rail en Afrique équatoriale. Notre objectif est d'ailleurs différent de celui de nos voisins; nous visons l'accès au Tchad en même temps que la mise en valeur de nos possessions. Deux lignes sont nécessaires pour cela : de Pointe-Noire, sur l'Atlantique, à Brazzaville (583 kilomètres), et de Bangui à Fort-Crampel (348 kilomètres). Nous aurons ainsi une bonne voie mixte de pénétration, entièrement sur le territoire français, qui nous dispensera d'utiliser la voie anglo-allemande de la Bénoué ou la voie anglaise du chemin de fer de Kano.

Pierre Clerget,
Directeur de l'École Supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Missions commerciales. Congo belge. *Le commerce d'importation au Congo belge.* Supplément au *Moniteur officiel du Commerce*, 7 août 1913.

[1] Des expériences vont être faites avec un bateau-glisseur (système Robert Goldschmidt) de 18 mètres de longueur et de 8 tonnes de capacité, qui pourrait atteindre une vitesse moyenne de 37 kilomètres à l'heure.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Boutroux (Pierre), *Professeur à l'Université de Poitiers.* — **Les principes de l'Analyse mathématique. Exposé historique et critique.** *T. I.* — 1 *vol. in-8° de* 547 *pages avec* 214 *figures.* (*Prix* : 14 *fr.*) *Hermann et fils, Paris*, 1914.

Le livre de M. P. Boutroux aura du succès, car le plan est très original. Ce n'est ni un cours d'Analyse, ni une histoire des Mathématiques; c'est une *initiation historique, philosophique, technique.* Nous savions M. Pierre Boutroux géomètre distingué, et comment ne serait-il pas philosophe? Il est, en outre, un érudit, car il remonte aux vieilles civilisations pour nous montrer l'origine des symboles, des calculs, des problèmes...

Evitant les discusions, d'une subtilité byzantine, sur l'analyse et la synthèse (p. 232), M. Boutroux cherche les raisons psychologiques pour lesquelles l'Algèbre a été fondée par les Hindous plutôt que par les Grecs (p. 276).

Un tout jeune étudiant apprendra ici, aisément, quel est l'objet des plus hautes spéculations : il notera beaucoup de résultats qui doivent être connus; il verra les longs efforts qui ont dû être faits pour les problèmes les plus simples, comme celui que nous traduisons aujourd'hui, immédiatement, en l'équation :

$$\frac{x}{2} + \frac{x}{4} + \frac{x}{7} + 3 = x. \qquad \text{(p. 330).}$$

R. D'ADHÉMAR,
Professeur à la Faculté libre des Sciences à Lille.

Delassus (Et.). — **Leçons sur la Dynamique des systèmes matériels.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 421 *pages et* 16 *figures.* (*Prix* : 14 *fr.*) *A. Hermann et fils, Paris*, 1914.

Cet ouvrage reproduit l'enseignement que M. Delassus donne depuis plusieurs années à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux. Il comprend « l'exposition systématique, avec les perfectionnements résultant de travaux récents, des théories élémentaires de la *Mécanique analytique*, c'est-à-dire des conséquences de l'équation de d'Alembert, à la fois au point de vue théorique et au point de vue pratique de la résolution effective des problèmes de dynamique ».

Les perfectionnements en question sont dus surtout à l'auteur lui-même et ont fait l'objet d'importants mémoires insérés aux *Annales de l'Ecole Normale supérieure* et au *Bulletin de la Société mathématique de France.* Ils concernent notamment une conception personnelle de la réalisation des liais ns non holonomes d'ordre quelconque et une rectification fondamentale de la théorie des liaisons unilatérales.

L'auteur suppose que son lecteur connaît le programme de Mathématiques générales, et il lui présente, groupées autour de la Mécanique analytique, toutes les notions théories et questions qui figurent au programme traditionnel de Mécanique rationnelle pour la licence.

Les matières semblent se répartir en quatre sections.

La première section comprend des compléments de cinématique, des généralités sur les systèmes matériels (liaisons, quantités de mouvement, forces d'inertie, travail, forces vives), l'établissement des équations générales du mouvement des systèmes holonomes et non holonomes (principe de d'Alembert, équations de Lagrange, de M. Appell, canoniques, équation de Jacobi, généralisations; équations spéciales du mouvement d'un corps solide), l'étude de l'équilibre et des petits mouvements de ces systèmes.

La seconde section a pour objet l'intégration des équations obtenues, lesquelles ont des caractères spéciaux. On envisage successivement les procédés d'obtention d'intégrales premières (intégrales linéaires, intégrale des forces vives généralisée), les principaux cas de réduction et d'intégration par quadratures des équations du mouvement d'un système holonome, et enfin l'étude approfondie du cas régulier d'intégration par quadratures.

La troisième section contient le reste du programme de licence : l'importante question des liaisons unilatérales, les mouvements en tenant compte de la rotation de la Terre, les percussions et chocs, l'équilibre des fils flexibles et inextensibles; l'auteur y a joint une rapide synthèse de ses beaux travaux sur la Dynamique et la Statique des systèmes soumis à des liaisons d'ordre différentiel quelconque.

Enfin la quatrième section est formée par une série fort bien graduée d'une quarantaine de problèmes, presque tous originaux; elle initie l'étudiant à un sport délicat et l'entraîne jusqu'au concours d'agrégation.

Œuvre remarquablement ordonnée d'un analyste à la pensée claire et précise, ce livre, qui déconcertera quelques personnes trop attachées aux expositions traditionnelles, deviendra bientôt le guide des candidats à l'agrégation des Sciences mathématiques.

A. BOULANGER,
Professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers

2° Sciences physiques

Walker (G. W.), *Ancien Fellow of Trinity College, Cambridge.* — **Modern Sismology.** — 1 *vol. in-8° de* 88 *pages avec figures et planches.* (*Prix* : 6 *fr.* 25. *Longmans, Green and C°, Londres*, 1913.

Ce petit volume est un exposé de l'état actuel des recherches sismologiques : il est écrit en considérant la Sismologie comme une branche de la Physique et en envisageant, spécialement, comment cette science est déterminée par les conditions d'observation. La nouvelle sismologie, en tant que science physique quantitative, est née, si l'on peut dire, il y a une trentaine d'années avec un petit groupe de savants anglais travaillant au Japon : ces précurseurs furent Milne, Gray, Ewing, Perry et Knott; puis vinrent, aussi, quelques savants italiens et allemands.

G. W. Walker expose les différentes étapes qui marquent le développement de la science sismologique, les faits saillants acquis et les progrès réalisés. Assurément, l'ignorance et la superstition dominaient les notions relatives aux tremblements de terre jusqu'à la fin du XIXe siècle, et pour faire rentrer la Sismologie dans le cadre des sciences qui procèdent de la Philosophie naturelle, il fallut attendre l'intervention toute récente de savants comme Milne, Wiechert, Galitzine.

Cet intéressant volume comporte deux parties. D'abord, la sismométrie, dont les divers chapitres traitent successivement : la théorie dynamique générale des sismographes et les méthodes pour obtenir de la sensibilité : l'amortissement et l'enregistrement; les principaux types de sismographes actuellement en usage, ceux de Milne, Omori, Bosch, Wiechert, Galitzine; l'étalonage des instruments et la théorie de l'enregistrement mécanique et électromagnétique :

l'installation des sismographes, le développement des stations, etc...

La deuxième partie est intitulée sismogéophysique et, afin de pouvoir interpréter les sismogrammes, on y considère la Terre comme un solide isotrope, ce qui permet la détermination immédiate des épicentres, ainsi que l'examen des effets sismiques autres que ceux qui sont dus directement aux tremblements de terre. Le dernier chapitre traite de l'importante question de la statistique des tremblements de terre et des calculs faits dans le but de déterminer une périodicité dans leur fréquence, notamment la méthode indiquée par Schuster et qui a permis à Turner de mettre en évidence une période de 452 jours dans l'activité sismique.

En résumé, cet ouvrage n'apporte pas de notions nouvelles : il n'en a pas la prétention. Mais c'est un excellent exposé de l'état actuel de la Sismologie et des questions à l'ordre du jour.

Effront (Jean), *Professeur à l'Université nouvelle et Directeur de l'Institut des fermentations de Bruxelles.* — **Les Catalyseurs biochimiques dans la vie et dans l'industrie.** — 1 *vol. grand in-8° de 772 pages.* (*Prix relié* : 25 *fr.*) *Dunod et Pinat. Paris*, 1914.

Personne n'était mieux qualifié que M. Effront pour traiter du rôle des ferments ou plutôt, comme il les appelle très justement, des catalyseurs biochimiques, dans les organismes vivants et surtout dans l'industrie. M. Effront est en effet, chose assez rare, un savant doublé d'un praticien; il possède un sens très exact des réalités industrielles, et la plupart de ses travaux, tant dans le domaine purement scientifique que dans le domaine de l'application, ont porté sur les réactions qui fonctionnent dans les industries des fermentations et sur leurs réalisations pratiques.

Dans ce premier volume, qui appelle un complément et nous fait espérer une suite, M. Effront s'est limité à l'examen des catalyseurs des matières azotées. En fait, ces catalyseurs sont de beaucoup les plus importants; à l'heure actuelle ils sont les plus étudiés, car ils jouent un rôle primordial dans le mécanisme vital.

Les catalyseurs, dont nous commençons à bien saisir le rôle, sont appelés à révolutionner la Chimie. Combien de réactions qui sont à la température ordinaire dans le domaine du possible et dont nous ne pouvons provoquer la mise en marche qu'en portant tous les corps réagissants à des températures élevées. Au fur et à mesure que la Chimie progressera, et que nous sortirons de la période initiale actuelle, je dirai presque de la période barbare, nous apprendrons à mieux connaître le rôle des catalyseurs et nous arriverons peu à peu à provoquer ces mêmes réactions à des températures de plus en plus basses et sans doute aussi à la température ordinaire.

Nous serons ainsi amenés à économiser de plus en plus nos combustibles et à réserver nos sources d'énergie pour la production des réactions qui sont contraires à l'évolution naturelle. A l'heure actuelle, pour faire tomber une pierre du sommet de la montagne, nous commençons d'abord par effectuer une grosse dépense inutile en soulevant cette pierre plus ou moins haut. La nature, depuis longtemps, nous montre comment il est possible de produire les réactions les plus complexes à la température ordinaire. Un organisme animal est un laboratoire où s'effectuent les combustions des hydrates de carbone et des graisses ainsi que celles des albuminoïdes avec élimination de l'azote sous forme de composés simples : urée, acide urique, acide hippurique et cela sans que la température du milieu dépasse de beaucoup celle de l'extérieur; c'est que dans ces organismes vivants fonctionnent des catalyseurs biochimiques qui suppriment le frottement chimique et rendent effectivement possibles des réactions qui ne demandent théoriquement qu'à se produire, comme la pierre posée sur un plan incliné dans un état d'équilibre instable tend à rouler sur le plan pour atteindre les points les plus bas. L'humanité utilise d'ailleurs depuis longtemps certains de ces ferments, élaborés par des cellules vivantes, pour réaliser des réactions industrielles, par exemple, dans la panification, la brasserie, l'industrie fromagère, la tannerie et, plus récemment, dans une industrie créée de toutes pièces par M. Effront, celle de la production d'acides gras et d'ammoniaque à partir des vinasses de distillerie. Les lecteurs trouveront dans cet ouvrage les renseignements les plus circonstanciés sur le rôle de ces enzymes, ainsi que des données pratiques précieuses sur les conditions les plus favorables à leur fonctionnement.

Les mêmes données s'étendent aussi aux catalyseurs coagulants, tels que la présure, la thrombine, la myosine, à la pepsine, aux trypsines, aux érepsines et aux amidases.

L'ouvrage est à recommander tout spécialement aux chimistes et aux médecins; écrit par un chimiste, il est particulièrement documenté au point de vue chimique. C'est ainsi que toutes les méthodes d'analyse servant à mesurer l'activité des divers enzymes ont été contrôlées, que la plupart des faits cités ont été vérifiés et que toutes les données numériques résultant des recherches propres de l'auteur ont été largement répandues dans l'ouvrage.

Les différentes antidiastases : antiprésure, antipepsine, etc., ont été minutieusement décrites et l'auteur montre que la formation de toutes ces substances résulte d'un même principe, celui de la défense vitale, principe sur lequel reposent d'ailleurs tous les phénomènes d'immunisation.

Les médecins qui voudront approfondir le mécanisme de la digestion ainsi que celui des sécrétions pancréatique et gastrique consulteront les *Catalyseurs biochimiques* avec fruit.

Ils verront en particulier comment on peut appliquer les méthodes actuelles d'analyse des produits de protéolyse pour suivre la marche d'une digestion et faire d'une façon efficace l'exploration de l'estomac. Ils trouveront, d'autre part, divers renseignements sur les applications pharmaceutiques de la pepsine et de la trypsine, ainsi que sur les produits commerciaux qui en dérivent.

J'appellerai encore l'attention sur le chapitre relatif à la valeur nutritive des dérivés d'hydrolyse profonde des matières azotées, valeur nutritive mise en évidence par M. Effront, bien avant les travaux d'Abderhalden sur le même sujet : ce chapitre contient des données numériques pleines d'intérêt.

M. Effront ne s'est pas contenté d'exposer l'état actuel de nos connaissances dans le domaine des ferments protéolytiques, mais il a surtout montré la voie à suivre, dans les recherches futures, pour faire progresser et étendre le rôle de ces catalyseurs, et c'est certainement là la partie la plus originale de l'ouvrage. Je ne résiste pas au plaisir de citer par exemple une fraction du chapitre relatif à l'évolution future de la brasserie; il fera comprendre mieux que toutes mes explications, l'intérêt de l'œuvre de M. Effront.

« La bière doit être considérée avant tout comme un aliment liquide. En dehors du goût et de l'aspect, facteurs indiscutables très importants, elle doit non seulement répondre au besoin immédiat de boire, mais encore apporter à l'organisme le maximum de substances nutritives. D'autre part, il ne faut pas qu'elle soit un aliment de luxe, mais à bon marché. A l'heure actuelle, il n'en est pas ainsi; la fabrication de la bière telle qu'on la pratique maintenant est, en effet, trop dispendieuse... Pour arriver à des résultats nouveaux, il faut élargir le cadre des recherches et recourir à des conceptions nouvelles. Le malt, qui est le point de départ de toute la fabrication, est-il réellement indispensable dans la préparation du moût? Au point de vue théorique, rien ne s'oppose à ce qu'on liquéfie, saccharifie ou peptonise la matière amylacée ou les

albuminoïdes des grains crus, à l'aide d'enzymes spéciaux obtenus avec des matières moins coûteuses que l'orge. En soumettant, par exemple, l'orge crue d'abord à une diastase liquéfiant l'amidon, on n'aura plus besoin ensuite que de très peu de ferment saccharifiant pour amener le moût à un degré de sucre voulu. Le moût saccharifié pourra être ainsi peptonisé par des enzymes convenablement choisis. On arrivera de la sorte, par l'emploi de catalyseurs pris en dehors du malt, à une solubilisation totale de l'amidon et de l'azote contenus dans le grain et l'on poussera l'hydrolyse de ces produits jusqu'aux points qui seront les mieux appropriés aux exigences des travaux qui suivront. C'est ainsi que la peptonisation sera conduite d'une façon telle que la matière azotée en solution ne se coagulera pas dans la suite, ni par l'ébullition, ni par la fermentation. Le moût préparé dans ces conditions, additionné de houblon, pourra contenir alors de 15 à 20 grammes d'albuminoïdes par litre, au lieu des 2 ou 3 qu'il renferme aujourd'hui.

« Il est évident que le système préconisé n'est point une méthode de travail déterminée; nous ne prétendons même pas qu'on va faire d'emblée une bière d'un type donné en supprimant le malt, mais nous pensons que la voie qu'on vient d'indiquer est celle dans laquelle on doit s'engager si l'on veut préparer des bières, qui, tout en étant plus économiques que celles que l'on fait actuellement, seront cependant d'une valeur nutritive beaucoup plus grande. »

CAMILLE MATIGNON,
Professeur au Collège de France.

Biringuccio (Vannoccio). — **De la Pirotechnia** (1540). *Edition critique avec notes et introduction de* ALDO MIELI. *Tome I.* — 1 *vol. in-8° de* LXXXV-198 *pages avec figures de la collection Classici delle Scienze e della Filosofia* (*Prix* : 3 *fr.*). *Societa tipografica editrice barese, Bari*, 1914.

Vannoccio Biringuccio est un savant italien du XVIe siècle, bien connu par son traité *De la Pirotechnia*, où il étudie tous les arts qui utilisent le feu comme auxiliaire. Publié après sa mort à Venise en 1540, cet ouvrage fort estimé fut réimprimé dans la même ville en 1550 et en 1559, puis à Bologne en 1678. Une traduction française, par Jacques Vincent, avait paru à Paris en 1556; elle fut suivie d'une seconde édition en 1572, puis d'une troisième à Rouen en 1627. Enfin, une traduction partielle de la *Pirotechnia* par Rieffel a vu le jour à Paris en 1856 sous le titre : *Traité de la fabrication des bouches à feu de bronze au XVIe siècle en Italie*. Une traduction latine fut également publiée à Cologne en 1658.

Le succès prolongé de l'œuvre de Biringuccio s'explique par le fait qu'il constitue, pour ainsi dire, le premier traité de Chimie technologique moderne. Son contenu porte à la fois sur la Chimie, la Minéralogie et la Métallurgie; une importance spéciale est accordée à l'art de la guerre par la description de la fabrication et de l'emploi de l'artillerie, des mines, etc..., et aux beaux-arts par celle de la fonte des objets artistiques.

Aussi faut-il être reconnaissant à la Societa tipografico-editrice barese de nous donner aujourd'hui une réédition critique d'un ouvrage aussi important pour l'Histoire des Sciences. Cette réédition est due au Professeur Aldo Mieli, de l'Université de Rome, qui l'a accompagnée de nombreuses notes explicatives et introduite par une préface sur la vie de l'auteur et l'état des sciences en Italie à l'époque de la Renaissance.

Ce volume inaugure la série scientifique d'une collection nouvelle : *Classici delle Scienze e della Filosofia*, qui va paraître sous la direction de MM. A. Mieli et E. Troilo. Dans cette collection, conçue sur le modèle de la célèbre collection allemande *Die Klassiker der exakten Wissenschaften*, fondée en 1889 par W. Ostwald, paraîtront successivement les œuvres principales des plus célèbres savants italiens : Galilée, Léonard de Vinci, Spallanzani, Morgagni, Volta, etc.... et d'un certain nombre de savants d'autres pays. Il faut féliciter les auteurs et éditeurs de cette entreprise de haute culture générale, qui est une manifestation, entre plusieurs autres, du réveil de l'activité intellectuelle et scientifique de l'Italie à notre époque.

L. BRUNET.

3° Sciences naturelles

Sorre (Maximilien), *Professeur à l'Ecole normale de Montpellier, Docteur ès Lettres.* — **Les Pyrénées méditerranéennes; étude de géographie biologique.** — 1 *vol. grand in-8° avec fig. et pl.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Colin, éditeur, Paris*, 1913.

Au soleil levant, des flots de la Méditerranée occidentale, s'exonde, se profilant vers les cieux où pointe déjà le Canigou, la dorsale vermeille des Albères. Sur ses flancs, au nord et au sud, s'éveillent les riantes plaines jumelles du Roussillon et de l'Ampurdan. A l'ouest s'étagent les amphithéâtres d'arrière-plan dont les gradins s'irradient peu à peu de la gamme des teintes allant du rubis de la plaine par la sombre émeraude des forêts à l'argent des neiges, pour s'estomper au soleil couchant de brumes vaporeuses, émanations énergétiques d'une journée d'active association des divers mondes catalans.

Ensemble géologique encore énigmatique, union d'individualités géographiques étroitement liées par une morphologie à stades encore peu connus, échiquier politique à fortunes variées, champ d'évolutions biologiques jusqu'à ces derniers temps insoupçonnées, telle était à ce jour la fiche de classement scientifique de la région naturelle qui constitue la partie septentrionale de l'ancienne *Marca Hispanica* (Haute-Catalogne, Roussillon et Andorre), région naturelle (au sens large) eu égard aux relations géographiques et par suite historiques qui y règnent entre les mondes organiques et physiques, malgré les modalités d'évolution que commandent les différences de sol, d'altitude et de climat.

Les Pyrénées méditerranéennes, telle est la dénomination, d'heureuse synthèse, que M. Maximilien Sorre a donnée à cette région dans une étude de géographie biologique de 507 pages, appuyée d'une bibliographie importante, illustrée d'une quantité de photographies, figures, plans, schéma et cartes, le tout luxueusement édité.

Ce travail marque un premier pas, un pas de géant, dans la connaissance de la géographie biologique de l'extrémité orientale des Pyrénées. Il témoigne d'une érudition profonde puisée aux sources les plus autorisées. Dire que c'est sous l'inspiration de MM. de Martonne et Flahault que M. Sorre a abordé cette dificile étude, c'est en faire déjà prévoir la haute valeur.

Phrase courte et alerte, facture recherchée, documentation extraordinairement puissante, tirée par-dessus tout de l'observation de la nature, dialectique inégale peut-être, mais dont la prolixité est justifiée par le souci d'écarter toute interprétation préconçue : telles sont les qualités maîtresses de cette remarquable étude scientifique, de belle tenue littéraire et d'attrayante philosophie.

Une introduction de 13 pages prépare le lecteur à l'originalité, particulièrement heureuse, aussi bien du concept du problème que des méthodes d'analyse employées. Si pour les précurseurs de M. Sorre « l'évolution des groupes humains était un facteur des transformations végétales plutôt qu'un produit des conditions naturelles », pour lui « la géographie biologique est moins l'ensemble des disciplines relatives à la localisation des diverses formes de la vie que la connaissance de ces formes en tant qu'elles se déterminent mutuellement en un point donné de l'espace ».

Si d'autres ont présenté les faits sous leur aspect d'*opposition*, M. Sorre se plaira à les mettre en lumière sous leur rapport de *répétition*. L'auteur termine cette introduction en prévenant le lecteur qu'il francise les noms les plus répandus et, en conséquence, nous le voyons aussitôt, bravant la phonétique catalane, employer à chaque page la dénomination de Riviéral à la place du toponyme « Riberal », qui se prononce en français tel qu'on l'écrit en catalan. Il l'emploie à l'égal de celui de Salanque et de Conflent, bien que cette dénomination, appliquée d'une façon spéciale [1] aux rives de la Tet, soit à peu près tombée en désuétude : la chronique locale des journaux n'en fait jamais mention. D'autre part, M. Sorre, frappé sans doute par l'analogie de l'aspect des plaines de la Tet avec les Vegas d'Andalousie, n'hésite pas à introduire ce vocable dans le cours de son développement : la Vega de Prades, la Vega de la Seo de Urgel sont barbarismes géographiques dangereux, le premier plus encore que le second.

Le chapitre I est intitulé : *Les Paysages*. Dans une une envolée descriptive de sensations vécues, l'auteur fait défiler devant le lecteur les aspects méditerranéens de la Côte Vermeille et de la « Costa Brava » à travers les plaines du Roussillon et de l'Ampurdan depuis Leucate jusqu'à Gérone. C'est ensuite les panoramas très différenciés du Conflent, du Capcir et de la Cerdagne, avec retour par la Catalogne sous-pyrénéenne, la Garrotxa ampurdane, le Vallespir et les Albères.

Le chapitre II est un très judicieux résumé des connaissances actuelles sur la nature du sol, l'orogénie du substratum, la morphologie du relief des Pyrénées méditerranéennes. Cet exposé témoigne d'un parfait entendement des choses de la paléogéographie. Certaines visions de pénéplaines sont à retenir. Par contre, on peut éprouver quelque surprise du peu d'emprunts faits à ce chapitre dans les discussions qui suivent, notamment au sujet de la juxtaposition et de la superposition des genres de vie industrielle et agricole dans le Ripollès, de la non-pratique des assolements et du faible développement des canaux d'arrosage dans la fertile plaine volcanique d'Olot, des différences de caractères que présente le réseau des sentiers de montagne.

Le chapitre III est relatif au *Climat*. C'est certainement après le chapitre V un des mieux documentés, à quelques petites erreurs de détail près. A la pleine approbation que mérite M. Sorre pour son très satisfaisant exposé des types du temps pour la région qui l'occupe se mêle cependant un regret : celui de le voir céder au snobisme, heureusement en déclin, qui veut qu'il soit de bon ton, pour nos jeunes savants, d'aller chercher leurs inspirations à l'étranger quand la science française peut leur procurer toute satisfaction. M. Sorre pouvait, quoi qu'il en dise, tirer avec au moins autant de rigueur — comme nous l'avons fait à l'Observatoire de Perpignan en vue de la prévision du temps en Roussillon — du Bulletin international du Bureau Central météorologique de France la notion des types du temps dans les Pyrénées méditerranéennes. La facilité de documentation que lui procuraient les publications récentes d'un dilettante de la météorologie méditerranéenne, admirateur enthousiaste, comme nous d'ailleurs, de la renaissance scientifique espagnole, est son excuse.

Le chapitre IV, court, quoique bourré de faits, est consacré à l'*Hydrologie*. L'originalité du réseau hydrologique est nettement accusée dans la très suggestive esquisse de la page 114. La complexité des caractères du Sègre et de ses affluents, tenant à l'existence de niveaux de base provisoire (lacs de Cerdagne et de la Seo de Urgel), ne lui a pas échappé.

Le chapitre V, intitulé : *Les Formes de la végétation spontanée*, est, à notre sens, la perle de cette intéressante étude. C'est, par la justesse de vues, la méthode d'analyse et l'esprit de coordination qui le caractérisent, le guide le plus sûr que pourront utiliser ceux qui s'intéressent à la phytogéographie méditerranéenne. Posant en principe que « l'ordonnance des grandes masses de végétation relève exclusivement du climat, mais en admettant que le sol a autant et plus de part que l'atmosphère dans les nuances du paysage végétal », l'auteur montre les apparences que revêtent la végétation à feuilles persistantes, la végétation à feuilles caduques et la végétation subalpine entre le littoral et la région alpine. A remarquer la très subtile et si juste distinction qu'il établit entre la garrigue et le maquis. A l'appui de sa thèse sur l'influence du sol dans la différenciation des associations du chêne-vert et du chêne-liège, il eût pu citer la *garrigue* qui existe en étroite et longue bande au milieu d'un peuplement de *chênes-lièges* au sud de Darnius, ainsi que le passage de la garrigue au maquis entre Perelada et Vilarnadal. Les remarques de M. Sorre sur *l'association du bord des eaux* dans l'étage du chêne-vert sont curieuses. Il eût été intéressant de rechercher si l'ancienne « ruta » du littoral roussillonnais appartenait à cette association. L'auteur a su admirablement préciser les *vocations* des sols de chacun des quatre étages et les particularités qu'elles présentent. La vocation pastorale des schistes siluriens et des calcaires dévoniens de la région de Pardinas a attiré son attention, ainsi que la vocation forestière des montagnes actuellement déboisées du Haut-Vallespir. La vallée du Sègre, de Bellver à La Seo de Urgel, l'intrigue. Le chêne vert y monte à 1.200 mètres, l'olivier à 800, la vigne, qui en est un peu ici l'équivalent biologique, se rencontre à 1.000 mètres (Arenys de Bar). L'olivier étant pour M. Sorre le symbole du climat méditerranéen, il en conclut que la « conque » de La Seo et la vallée du Sègre, tout au moins jusqu'à Aristot, est une *enclave* à climat méditerranéen. Quelle est la raison de cette enclave? quelles sont les causes de la sécheresse à laquelle est dû cet état de végétation xérophile méditerranéenne? Il n'y avait, il nous semble, qu'un mot à ajouter. La Catalogne sous-pyrénéenne possède un régime pluvieux dû à la condensation d'effluves marines apportées par des courants d'entre SE et SW. La détente à laquelle les oblige leur ascension sur les versants des avant-monts pyrénéens, du Puigmal à la Sierra de Bou-Mort, provoque un refroidissement interne suivi de précipitations atmosphériques. A leur arrivée sur le fossé du Sègre, par-dessus les hautes falaises de la Sierra de Cadi (2.400 m.), elles se trouvent déjà privées d'une partie de leur eau; d'autre part, dans leur remous de descente dans la vallée du Sègre, elles se compriment avec élévation de température, d'où abaissement de la tension de vapeur, et par suite arrêt de la pluie, qui d'ailleurs ne tardera pas à reprendre un peu plus au nord, par suite du phénomène inverse à la remontée des courants aériens vers la barrière andorrane. C'est ce que justifient pleinement les anomalies de la carte pluviométrique de M. Raf. Patxot insérée à la page 92 de l'ouvrage de M. Sorre.

La *troisième partie* de l'ouvrage nous initie aux *genres de vie*. L'auteur, puisant largement dans la riche littérature historique des Jaubert de Passa, Alart, Brutails, Vidal et Calmette, nous donne tout d'abord un aperçu général des étapes de l'adaptation de l'homme. Au chapitre VII il se livre à une fort intéressante comparaison des vitesses d'évolution des genres de vie en Ampurdan et en Roussillon, l'une ralentie, l'autre accélérée. L'Ampurdan conserve son ancienne spécialisation agricole : culture des céréales et son complément naturel la transhumance, et reste le grenier de la Basse Catalogne industrielle et commerciale. Le Roussillon évolue, avec le développement de son réseau d'arrosage et la régression de la transhumance, vers des cultures plus productives : la vigne et le

[1] D'une façon générale la dénomination de Riberal s'applique aux rives des rivières du Roussillon, aussi bien à Prats de Mollo qu'au Boulou ou à Perpignan.

jardin, qui font de lui un des celiers et jardins de la France. D'où différenciation dans les genres de vie des Catalans de la plaine, suivant qu'ils sont d'un côté ou de l'autre de la frontière. Pourquoi, alors, M. Sorre n'en conclut-il pas également à la différenciation du caractère des individus? L'évolution du caractère est cependant une fonction naturelle des genres de vie et par suite du milieu. Pour l'auteur, le Catalan est un être amateur du plaisir, de tous les plaisirs, fier, difficile à gouverner, rancunier, vindicatif : « Tous les Catalans sont ainsi » affirme-t-il. C'est la sentence avant le jugement, car il ne nous a pas encore présenté les Catalans des trois autres étages. Vingt ans de participation à la vie des Roussillonnais, dix ans d'excursions dans l'Ampurdan et les Pyrénées Catalanes me font un devoir de protester contre ce jugement qui s'applique, peut-être, à un autre âge; ma qualité de *gavache* (étranger au Roussillon) me permet de le faire en toute sincérité. Le Catalan est fier, c'est une de ses plus belles qualités, la fierté est sœur de la générosité. La rancune s'évapore vite au beau soleil de ce pays, ce n'est plus de la rancune. Le réactif du caractère vindicatif d'une race est accusé par les crimes et délits qui en sont la conséquence. Le couteau catalan est un mirage méridional auquel M. Sorre s'est laissé prendre. Les statistiques judiciaires sont là pour le confirmer.

Le chapitre IX nous donne d'utiles renseignements sur l'union des deux genres de vie agricole et industrielle dans l'étage intermédiaire et il nous détaille les causes variées de cette juxtaposition et son retentissement sur l'évolution du type humain.

Au chapitre X nous assistons à l'*apparition des caractères propres aux genres de vie pyrénéenne*. Ces caractères ne se manifestent autour des grands massifs que un à un, quelquefois avec toutes leurs perfections (vallée de Mosset). Le trait fondamental est l'union de l'élevage avec des cultures précaires de céréales : blé (Cerdagne), seigle (Capcir). La pomme de terre remédie à la précarité de ces cultures. Frappé de la quasi-fixité, à travers les âges, de l'économie rurale de ces régions, M. Sorre se demande ce que pouvait être « dans un pays où on évalue les espérances d'une fille en sacs de pomme de terre » le mode d'exploitation du sol [1].

Avec le chapitre XII nous faisons une très curieuse et très instructive excursion en Andorre. Très instructive en ce sens que nous y apercevons une étape d'évolution presque moyennageuse. Avec juste raison notre érudit cicerone nous fait remarquer que les Vallées paraissent plus singulières qu'elles ne sont en réalité. Cette Catalogne pyrénéenne, ajoute-t-il, est une terre d'illusions; et mesurant l'action du milieu naturel sur le type humain il en déduit que les Andorrans sont des Catalans de la montagne. La cote de leurs défauts s'élève naturellement avec les altitudes : candeur et ignorance voulues, rouerie, esprit de lucre, etc. Est-ce si particulier aux montagnards de la Catalogne? D'ailleurs est-il vrai de traiter l'Andorre de Catalogne pyrénéenne? La méthode de *répétition* a vraiment de dures exigences; celle *d'opposition*, en l'occurrence, eût été peut-être plus féconde et dans tous les cas moins acerbe. Le Cerdan est au Catalan de la plaine du Roussillon ce que le Morvandiau est au Bourguignon de la côte, et l'Andorran est au Cerdan ce que le Suisse est au Franc-Comtois. Deux préoccupations dominent la vie andorrane, — nous sommes là-dessus d'accord avec M. Sorre : — d'une part la conservation jalouse et l'exploitation rationnelle du traditionalisme, d'autre part le maintien de l'imprécision du statut politico-économique en vue de l'orientation des vies agricoles et pastorales au mieux de l'exercice de la contrebande.

Dans le chapitre XIII, M. Sorre montre comment la dépendance mutuelle des genres de vie échelonnés de la plaine à la montagne a suscité un réseau de voies de communication très souple et varié qui permettent de plus en plus les échanges d'activité avec l'extérieur. A l'ancienne économie se surajoute, en particulier, celle des stations thermales et climatiques.

Rarement étude biologique a réuni un ensemble de faits aussi méthodiquement présentés. Les conclusions qui s'en dégagent, aussi bien au point de vue de la phytogéographie que de l'anthropogéographie et de leurs relations mutuelles, en font, en même temps qu'une synthèse scientifique de haute valeur, un admirable compendium d'économie sociale.

O. Mengel.
Directeur de l'Observatoire
et de la Station de Météorologie agricole
de Perpignan.

Pouget (I.), **Léonardon** (F.) et **Chouchak** (D.). — **Agrologie du Sahel. — I : Sahel d'Alger.** — *Une brochure de 84 pages avec une carte géologique. Adolphe Jourdan, éditeur. Place du Gouvernement, Alger*, 1913.

Les études agrologiques sont de première importance au point de vue de la culture et de la détermination des engrais que peuvent exiger telles ou telles plantes cultivées dans tels ou tels sols; les agriculteurs intelligents s'en rendent compte et notre pays commence à être bien connu sous le rapport agrologique. Il est aussi particulièrement intéressant d'étendre ces enquêtes à nos colonies qui fournissent, par leurs productions agricoles, un appoint considérable aux matières premières industrielles, dont quelques-unes, d'ailleurs, ne peuvent croître sous nos latitudes. MM. Müntz et Rousseaux avaient donné l'exemple de ce genre de recherches par leur étude sur les terres de Madagascar ; nous-même l'avions suivi, sur une échelle forcément plus modeste, dans notre travail sur les sols de la Guinée française. Dans le même ordre d'idées, MM. Pouget, Léonardon et Chouchak viennent de publier des recherches très complètes sur l'agrologie du Sahel d'Alger. La publication qu'ils présentent contient les résultats des analyses des terres de cette région, tant au point de vue de leur constitution mécanique et physique, qui en rend le travail plus ou moins facile et durable, qu'au point de vue de leur constitution chimique, qui intervient dans la nutrition des végétaux.

On a pris pour guide la carte géologique : le sol arable s'est formé, le plus souvent, aux dépens de l'assise géologique qui lui sert de support ; il en résulte que les terres appartenant à une même formation doivent avoir entre elles beaucoup d'analogies.

C'est ce qui est bien mis en évidence par les résultats analytiques consignés dans cette première étude. Il en résulte, aussi, que ces résultats peuvent être étendus à des régions de même formation géologique qui ne figurent pas sur la carte annexée à ce travail.

Beaucoup d'agriculteurs du Sahel pourront en déduire des indications sur la constitution du sol qu'ils cultivent, et sur la nature des engrais qu'ils doivent employer : il leur suffit de repérer sur la carte géologique la région qui les intéresse et de se reporter aux résultats fournis par la même formation.

Une même assise géologique présente souvent des facies différents qui en rendent la détermination assez difficile : pour lever les doutes, on s'est attaché à prélever des échantillons des divers facies qu'on a pu rencontrer. Ces échantillons ont été conservés tels

[1] Les archives de Prats de Mollo nous ont révélé — fait non encore signalé — que la culture de la pomme de terre était pratiquée, jusqu'à un certain point clandestinement, dans le Haut-Vallespir, avant la vulgarisation de ce tubercule par Parmentier. Les décimateurs B. d'Ortaffa et Fr. de Lassus, dans une assignation antérieure à 1769, demandent la dîme sur ce produit. « Il y a longtemps, disent-ils, qu'il se fait beaucoup de pommes de terre à Prats de Mollo; la ferme, par suite de la culture de la pomme de terre, a augmenté de mille écus depuis dix ans. »

quels au Laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences d'Alger ; la comparaison d'un échantillon douteux avec ceux-ci évitera toute méprise.

Les auteurs méritent des félicitations, non seulement pour le travail effectif qu'ils ont fourni, mais aussi pour la façon intelligente dont ils cherchent à en faire profiter les agriculteurs intéressés C'est ainsi qu'un exemplaire de cette brochure a été adressé aux maires de la région sahélienne, ainsi qu'aux diverses associations agricoles et qu'un certain nombre en sera distribué gratuitement aux personnes qui en feront la demande au Secrétariat de l'Université d'Alger.

C'est là un bel et bon exemple à suivre.

A. Hébert.

Mayet (Lucien). *Chargé du Cours d'Anthropologie à l'Université de Lyon.* — **Le développement physique de l'Enfant. Etude sommaire des principaux éléments de la croissance normale du corps de l'enfant.** *Deuxième édition.* — 1 *vol. in-8° de* 40 *pages avec* 12 *figures.* (*Prix* : 1 *fr.* 25.) *A. Poinat, éditeur. Paris,* 1913.

Etude statistique du développement de l'enfant. Les courbes obtenues d'après les mensurations d'un très grand nombre d'enfants permettent de connaître l'enfant moyen.

Mais, comme le fait remarquer très sagement l'auteur, il faut tenir toujours compte d'une série de facteurs avant de porter un jugement sur les individus comparés avec avec les données collectives. Deux cartes de la France montrent, à ce point de vue, l'influence du facteur ethnique, les chiffres moyens variant suivant les départements. Parmi les courbes publiées, citons l'une, assez curieuse, celle du coefficient de robusticité, obtenu en soustrayant de la taille, exprimée en centimètres, la somme du poids en kilogrammes et du périmètre thoracique en centimètres. De un à vingt ans, la courbe passe par un très fort maximum vers dix ans.

Plus le chiffre du coefficient de robusticité est élevé au-dessus de la moyenne, plus la constitution est faible ; plus le chiffre est bas, plus la constitution est forte.

Il y aurait sans doute de fortes réserves à faire sur des déductions tirées de ces graphiques, mais si on ne veut pas trop hâtivement conclure, il faut reconnaître que des études de ce genre sont intéressantes et peuvent rendre des services, surtout pour l'étude des petites collectivités enfantines.

Dr J.-P. Langlois,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine

4° Sciences diverses

Taylor (F.-W.). — **La Direction des ateliers.** — *Préface de* M. Henri Le Chatelier, *membre de l'Institut.* — 1 *vol. in-8° de* 190 *pages avec figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Dunod et Pinat, Paris,* 1914.

L'auteur de ce volume est M. Frédéric Winslow Taylor, dont le nom est bien connu des métallurgistes comme inventeur des aciers rapides à outils (chrome-vanadium) qui ont permis d'augmenter considérablement la puissance de travail des machines dans les ateliers. Cet ingénieur éminent n'a pas limité son activité aux questions techniques. Ses études ont porté également du côté social sur l'organisation scientifique du travail et cela non pas dans le but de pressurer le plus possible les ouvriers au seul profit des patrons, en leur imposant une plus grande somme de travail, mais pour leur permettre, au contraire, d'augmenter leur production sans avoir à dépenser plus d'effort. M. Taylor a démontré effectivement qu'on peut arriver à ce résultat par le perfectionnement des procédés de fabrication, par la suppression des temps perdus, par la spécialisation des tâches suivant les aptitudes, par le paiement de salaires plus élevés en cas de réalisation de ces tâches, par une répartition bien définie de la besogne entre tous les échelons de la hiérarchie. Comme le dit l'auteur, « l'objet essentiel de la nouvelle organisation est d'opérer deux modifications importantes dans le personnel : 1° une révolution complète dans la mentalité vis-à-vis des patrons et du travail et 2° comme résultat de ce changement d'idées, un accroissement de l'énergie et de l'activité physique et une telle amélioration des conditions dans lesquelles il travaille, qu'il produise, en beaucoup de cas, deux à trois fois plus d'ouvrage qu'il en faisait auparavant ».

Parmi tous les détails qui tendent à établir le succès du système, se place en première ligne l'étude des temps élémentaires exigés pour chaque partie du travail. Mais elle est difficile et demande ses dispositifs et ses méthodes propres. M. Taylor veut éviter les tâtonnements aux débutants en leur donnant au moins un exemple de ce qu'il a fait en collaboration avec M. Thompson, ingénieur à Newton, pour l'étude du temps nécessaire à tous les genres de travaux des industries du bâtiment et aussi ses recherches personnelles pour les travaux relatifs à l'emploi de machines-outils.

La principale objection qui ait été faite au système Taylor, c'est qu'il lui faut compter avec les prétentions des syndicats dont l'esprit est partout opposé à l'abaissement des prix des produits ou à l'amélioration des méthodes de production, partant du principe que « moins chaque ouvrier produit, plus il reste à faire pour les autres ». Mais l'auteur ne redoute pas les menées syndicalistes et explique qu'il demande à l'ouvrier non pas de produire plus par sa propre initiative, mais d'exécuter ponctuellement des ordres donnés dans les moindres détails ; que, dans ces conditions, le syndicat perd toute action sur l'ouvrier, et lorsque ce dernier, surveillé de près par le contre-maître, sera arrivé à faire le travail dans le temps fixé et à gagner des primes, il les refusera peut-être au début, mais il ne tardera pas de lui-même à les réclamer une fois accumulées. Il n'est pas douteux que l'exemple de cet ouvrier sera vite suivi et conduira à l'acceptation du système par la généralité de ses camarades.

La note sur les courroies, qui vient immédiatement après celle qui a trait à la direction des ateliers, est un des meilleurs exemples que M. Taylor puisse donner de sa méthode. Il a remarqué combien les courroies mal agencées paralysent à la fois les machines et les ouvriers par leur fonctionnement défectueux et leur chute accidentelle. Il indique le moyen technique d'éviter tous ces inconvénients, augmentant ainsi la production des ouvriers qui ne sont plus arrêtés dans leur travail sans pour cela être tenus à un plus grand effort. C'est des ingénieurs qu'il réclame une meilleure organisation des transmissions, et à ce propos il est amené à exposer ses idées sur les écoles techniques et sur la mauvaise préparation qu'elles donnent à leurs élèves au point de vue social. A son avis, ce qui manque aux futurs ingénieurs, c'est le frottement suffisant avec de vrais ouvriers, c'est-à-dire des hommes luttant pour gagner leur vie, frottement nécessaire pour connaître leurs méthodes de raisonnement, leurs façons de s'exprimer et leurs préjugés. Ce contact, on ne l'obtiendra que par un stage de longue durée aux usines pendant les années d'étude, et alors tous ces étudiants, devenus des outils de travail incomparables, au lieu de chercher une place à leur sortie, seront réclamés par les industriels et, contrairement à ce qui se passe maintenant, les écoles ne pourront plus arriver à suffire aux demandes des usines.

Toutes ces réflexions de M. Taylor, énoncées en style net et concis, sont d'une grande actualité et, en présence du problème ouvrier toujours plus ardu, il n'est pas besoin de longs commentaires pour en recommander la lecture.

Emile Demenge,
Ingénieur Civil.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Avril 1914.

M. le Président annonce le décès de M. E. **Suess**, associé étranger. — M. F. **Becke** est élu correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Clairin** : Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes. — M. W. **Blaschke** : Nouvelles évaluations de distances dans l'espace fonctionnel. — M. M. **Riesz** : Formules d'interpolation pour la dérivée d'un polynome trigonométrique. — M. B. **Gambier** : Sur les surfaces susceptibles d'être engendrées de plusieurs façons différentes par le déplacement d'une courbe invariable. — M. L. **Roy** : Sur le mouvement des milieux visqueux indéfinis à trois dimensions. — M. F. **Jager** : Sur l'application de la méthode de Ritz à certains problèmes de Physique mathématique, en particulier aux marées. — M. H. **Chrétien** décrit un astrolabe à miroirs qui présente sur l'astrolabe à prisme les avantages suivants : homocentricité des deux faisceaux lumineux, pouvoir de définition augmenté, possibilité de construire des astrolabes de grandes dimensions à des prix abordables. — M. H. **Deslandres** montre que les particularités observées par Stark sous l'influence d'un faible champ électrique agissant sur la lumière des rayons-canaux se retrouvent dans le Soleil, surtout au bord, et il est possible que le phénomène solaire soit rattaché à la même cause.

2° Sciences physiques. — MM. **Léon et Eug. Bloch** ont constaté que l'absorption de l'air dans l'ultra-violet extrême commence dès la longueur d'onde 1957 et se manifeste par un spectre de bandes régulières appartenant très probablement à l'oxygène. — M. Th. **Peczalski** propose une échelle de température définie non par des quotients égaux, mais par des différences égales; il en déduit une échelle exponentielle qui jouit de certaines propriétés remarquables. — M. A. **Léauté** montre que la théorie mathématique de la propagation des surtensions sur une ligne hétérogène électrique repose sur des bases précaires et doit être rejetée. — M. J. **Perrin** montre que la théorie de Van der Waals s'applique à la compressibilité osmotique des émulsions considérées comme des fluides à molécules visibles, ce qui permet la détermination du nombre d'Avogadro. Les résultats trouvés concordent avec la valeur connue. — M. R. **Costantin** décrit la technique par laquelle il a étudié expérimentalement la compressibilité osmotique des émulsions. Pour des concentrations moyennes, le fluide suit la loi de Van der Waals; à partir de la concentration de 2,4 % la pression intérieure va en diminuant en valeur absolue. L'existence de cette pression négative intérieure met en évidence une répulsion entre les grains. M. G. **Baume** fait intervenir la théorie des quanta dans l'explication du mécanisme de la réaction chimique. — M. A. **Portevin** a observé, lors du revenu des alliages Cu-Sn et Cu-Zn, un accroissement de la dureté et l'apparition de la structure de Widmanstaetten. — M. A. **Conduché**, en faisant réagir les vapeurs de chloroforme sur les sulfates métalliques à une température de 250° à 450°, a obtenu les chlorures métalliques anhydres correspondants. — M. M. **Picon** a préparé le butine normal par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'acétylène monosodé en solution dans AzH^3 liquide; c'est un gaz incolore, Eb. 8°,3. F.—137°. — M. R. **Lespieau** a préparé quelques dérivés de l'octadiine-2 : 6-diol-1 : 8; en l'hydrogénant par H en présence de noir de Pt, on obtient l'octanol-1 et le glycol saturé linéaire et biprimaire $C^8H^{18}O^2$. — MM. Em. **Bourquelot** et M. **Bridel** ont réalisé la synthèse biochimique, à l'aide de la glucosidase α, du monoglucoside α du glycol, $[\alpha]_D = +135°48$. — M. G. **Tanret** a retiré du *Galega officinalis* un alcaloïde nouveau, la galégine, $C^6H^{13}Az^3$, F. 60-65°, inactif, se comportant comme une base monovalente. — M. E. **Léger** montre que les nataloïnes, traitées par l'anhydride acétique, sont d'abord éthérifiées pour donner les dérivés acétylés γ, qui sont les vrais éthers acétiques des nataloïnes naturelles; ceux-ci sont ensuite isomérisés pour donner successivement les dérivés acétylés β et δ. — M. R. **Marcille** a reconnu que les moûts de raisin renferment de l'azote sous deux états : Az organique fixe et Az ammoniacal ou aminé volatil, en proportion extrêmement variables. — M. G. **Bertrand** a constaté que l'influence nocive du nitrate d'argent sur la germination de l'*Aspergillus niger* se fait sentir jusqu'à la concentration de M/10⁶. Au-dessous de cette concentration, il n'en existe aucune qui favorise le développement de la moisissure. — M. M. **Javillier** a reconnu qu'en milieux profonds le zinc exerce sur la croissance de l'*Aspergillus niger* une influence aussi remarquable qu'en milieux de faible épaisseur. — M. F. **Vlès** montre que les spectres des matières colorantes de la famille des hémoglobines sont probablement reliés à une loi où intervient la superposition d'au moins trois séries principales. — M. F. **Wallerant** montre que, sous l'influence de la pression, certains cristaux passent spontanément d'une orientation à une autre, parce que la pression écarte les molécules de leur position d'équilibre.

3° Sciences naturelles. — M. E. **Maurel** rappelle ses recherches qui ont montré que les besoins alimentaires de l'homme et des animaux sont moins élevés dans les climats chauds et pendant l'été que dans les climats froids et pendant l'hiver, et cela à cause de la diminution des pertes en calorique faites surtout par la surface cutanée. — M. Et. **Rabaud** conclut de nombreuses expériences de reproduction faites sur des souris que la télégonie est un phénomène purement imaginaire. — M. **Vasticar** distingue dans la cellule ciliée interne de l'organe de Corti chez le lapin : Un anneau périphérique, un plateau, une demi-couronne de cils longs, un bâtonnet long, un prolongement externe de l'anneau, une rangée de cils courts, un bâtonnet court et des prolongements internes de l'anneau. — M. O. **Laurent** a observé, durant la guerre des Balkans, toute une série de cas de commotion cérébrospinale ou d'accidents nerveux produits à distance par les projectiles de guerre. — M. J.-L. **Vidal** montre que les effets culturaux apparents de l'époque de la taille de la vigne sont de sens très variable pour la végétation, de sens beaucoup plus constant pour la fructification. — M. J. **Eriksson** estime que les groupes de spores et de mycelium se trouvant à la surface des grains de céréales ou dans leur intérieur n'ont aucune portée essentielle dans l'économie du champignon, contrairement aux assertions de M. Beauverie. — M. J. **Beauverie** montre que la question de l'efficacité des germes de rouille contenus dans les semences des graminées pour l'hibernation de la maladie n'est point tranchée et nécessite de nouvelles recherches. — MM. Ch. **Jacob** et P. **Fallot** signalent l'existence sur le versant méridional des Pyrénées d'une grande nappe de recouvrement, qu'ils appellent nappe du Montsech d'après le nom du massif principal ayant participé au charriage.

Le charriage et la contrepoussée dateraient de la fin de l'Eocène. — M. **F. Roman** a trouvé dans le bassin de Mayence deux espèces de Rhinocéridés : une grande forme qui paraît être l'*Aceratherium lemanense* et une petite espèce qui doit être le *Ceratorhinus tagicus* du Burdigalien inférieur de Lisbonne.

Séance du 4 Mai 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **Ph. van Tieghem**, secrétaire perpétuel de l'Académie, et prononce son éloge funèbre.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** : Quelques réflexions sur certains résultats d'Henri Poincaré concernant la Mécanique analytique. — M. **C. Guichard** : Sur certaines congruences spéciales de cercles et de sphères. — M. **N.-E. Nörlund** : Sur les séries de facultés. — M. **E. Esclangon** : Sur les intégrales quasi-périodiques d'équations différentielles linéaires. — M. **M. Fekete** : Sur une limite inférieure des changements de signe d'une fonction dans un intervalle. — M. **N. Lusin** : Sur un problème de M. Baire. — M. **L. Godeaux** : Sur les surfaces algébriques doubles ayant un nombre fini de points de dirimation. — M. **L. Roy** : Sur les quasi-ondes à trois dimensions. — M. **M. Hamy** a recherché le meilleur emplacement à donner à l'observatoire du Mont-Blanc. Après un examen approfondi des glaciers du Tour, d'Argentière, de la mer de Glace, des Bossons et de Tré-la-Tête, il recommande comme emplacement le Petit-Flambeau, qui va devenir très accessible à l'ouverture du funiculaire du Col du Midi. — M. **R. Baillaud** indique un moyen de déterminer expérimentalement l'ordre de grandeur de l'erreur commise lors d'un défaut de mise au point dans l'emploi de l'astrolabe à prisme. Un moyen de supprimer cette erreur serait d'employer un astrolabe photographique.

2° Sciences physiques. — M. **F. Charron** décrit un dispositif hydrodynamique, basé sur les propriétés des jets gazeux, pour l'amplification et l'enregistrement, sans récepteur Morse, des signaux radiotélégraphiques. — MM. **L. Dunoyer** et **R.-W. Wood** rectifient le calcul de leurs récentes expériences sur la vapeur de sodium et montrent que les raies de résonance sont à peu près quatre fois moins larges que les raies excitatrices. — MM. **H. Bourget**, **H. Buisson** et **Ch. Fabry** ont mesuré par un dispositif interférentiel quelques vitesses radiales et longueurs d'onde dans la nébuleuse d'Orion. Dans la région qui entoure le trapèze, la nébuleuse s'éloigne du Soleil à la vitesse de 15,8 kilomètres par seconde. Les longueurs d'onde des raies du nébulium seraient de 3726,100 et 3728,838. — M. **B. Fessenkoff** donne la loi suivante pour la réflexion de la lumière par les substances mates : $q = q_0(\cos^2\varepsilon/\cos^4\varepsilon/2)$ où q est l'intensité résultante, q_0 la valeur de q pour $\varepsilon = 0$ et ε l'angle d'incidence. L'accord est assez satisfaisant avec les valeurs obtenues pour le gypse fondu, la magnésie et le carbonate de magnésie. — MM. **J. Minguin** et **R. Bloc** ont étudié l'influence de dissolvants sur l'activité optique des éthers camphoriques. Dans la série ortho, l'activité optique moléculaire est sensiblement constante en solution alcoolique; elle est également constante en solution benzénique et toluénique, mais considérablement exaltée. Cette exaltation ne se manifeste pas dans la série allo. — M. **M. Delépine** a préparé le chloro-iridate et le chloro-iridite de Li, de même composition que ceux de Na. Dans un mélange des sels de Li et de Na, ceux-ci se séparent les premiers avec très peu de Li, puis on obtient des cristaux mixtes. — M. **J. Bardet** indique un procédé d'extraction du germanium des résidus de la fabrication des sels de Vichy. 100 kilos de dépôt calcique, représentant le résidu de 250.000 litres d'eau minérale, ont donné 0,06 gramme d'oxyde de germanium pur, ce qui représente une teneur de 24/100.000 de milligramme par litre d'eau de Vichy. — M. **P. Macquaire** a déterminé la puissance d'hydrolyse de la diastase amylolytique du pancréas frais sur la fécule pendant une heure. La quantité de sucre produite ne dépasse pas 45 °/₀ dans les meilleures conditions à 55°; elle diminue à mesure que la quantité de produit à transformer augmente.

3° Sciences naturelles. — M. **Vasticar** a trouvé dans l'appareil de soutien de la région acoustique interne chez le lapin : un corps de soutien principal, un prolongement basal, des prolongements circulaires, des formations globuleuses, un prolongement céphalique externe, des prolongements céphaliques verticaux, un prolongement interne superficiel et des prolongements superficiels spiraux. — MM. **Eug. Cohendy** et **E. Wollman** ont élevé aseptiquement des cobayes extraits aseptiquement de l'utérus par section césarienne avant la mise-bas dans un appareil stérilisé et en leur donnant une nourriture stérile. Des élevages sont restés stériles jusqu'à vingt-neuf jours; le poids des cobayes stériles était supérieur à celui de témoins élevés dans les conditions ordinaires. — M. **L. Cruveilhier** a obtenu de bons résultats dans le traitement de la blennorragie par l'injection de virus-vaccins sensibilisés, accompagnée dans les cas d'urétrite aiguë de l'introduction dans l'urètre de bougies gélatineuses imprégnées de sérum antigonococcique. — MM. **Aug. Lumière** et **J. Chevrotier** recommandent, pour cultiver le gonocoque sur les milieux à base de moût de bière, d'employer des préparations ne renfermant que du malt d'orge avec ou sans houblon, mais exemptes de toute autre matière amylacée, sucrée ou de produits chimiques quelconques. — M. **L. Cayeux** signale qu'une série de sondages entrepris sur ses indications à l'est de la concession de May a rencontré la formation ferrugineuse sur une vingtaine de kilomètres nouveaux, doublant ainsi la longueur du bassin exploitable du Calvados.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Avril 1914.

L'Académie poursuit la discussion du Rapport de M. Netter relatif aux mesures spéciales de prophylaxie qu'il conviendrait de prendre dans la France continentale contre la lèpre, et adopte l'avis suivant : 1° la lèpre sera inscrite au nombre des maladies dont la déclaration est obligatoire; 2° les lépreux seront soumis suivant les cas, soit à une surveillance spéciale, soit à l'isolement; 3° le territoire français pourra être interdit aux lépreux étrangers; 4° une Commission spéciale statuera sur chaque cas; 5° l'Académie ne saurait s'occuper de la prophylaxie de la lèpre en France sans insister auprès des Pouvoirs publics sur la nécessité de prendre des mesures rigoureuses indispensables pour enrayer la diffusion de la lèpre dans les colonies et les pays de protectorat, infiniment plus menacés que la Métropole. — M. **A.-B. Marfan** montre que, chez le jeune enfant, un tympanisme chronique sans diarrhée et sans constipation est dû ordinairement à une tuberculose du péritoine ou des ganglions mésentériques sans participation de l'intestin. — M. **Ch. Dopter** a constaté que les épanchements puriformes aseptiques de la plèvre se résorbent en général spontanément en cinq à six jours, sans traitement spécial, sans ponction exploratrice. Cependant, certains survivent à la pneumonie qui leur a donné naissance, surtout quand une infection secondaire vient s'y surajouter. — MM. **V. Wallich** et **C. Levaditi** montrent la nécessité de procéder à l'examen des réactions du sang du donneur et du transfusé avant de procéder à la transfusion du sang, et indiquent la technique à suivre pour cet examen.

Séance du 5 Mai 1914.

M. **Routier** est élu membre titulaire dans la Section de Médecine opératoire.

M. **A. Borrel** a étudié les naevi et les naevo-carcinomes chez l'homme et chez le cheval. Il considère

ces derniers comme des infra-épithéliomes ou mieux comme des myoépithéliomes. — M. le Dr Couteaud obtient couramment la guérison de la fracture de la clavicule en dix jours par le simple repos au lit et une attitude spéciale du bras correspondant, déterminant l'extension continue des fragments, sans aucun moyen de contention.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Avril 1914.

M. L.-C. **Maillard** montre la nécessité de distinguer entre le soufre coagulé en fines parcelles et le soufre authentiquement colloïdal, qui n'existe qu'en solution, laquelle peut être soumise impunément à l'ébullition prolongée. — M. H. **de Waele** estime que la réaction d'Abderhalden consiste en une précipitation ou modification physique moléculaire des globulines sériques, sur lesquelles vient agir secondairement un ferment unique, l'antithrombine, qui donne naissance aux substances dialysables. — M. F. **Regnault** : Quelques observations sur la droiterie (voir p. 465). — M. P. **Delava** a étudié les effets de la compression oculaire chez le chien après l'administration de morphine, de chloroforme, d'atropine, de pilocarpine et d'adrénaline. — M. J. **Arlo** a constaté que l'antigène et la sensibilisatrice qui fixent l'alexine restent dans les précipités séparés par action de l'eau et de CO^2. Ces deux substances réunies ne donnent pas de précipitation; la précipitine et l'antigène précipitant restent dans les liquides qui ne dévient plus le complément. Il peut donc y avoir déviation sans précipitation et précipitation sans déviation. — M. A. **Tilmant** a reconnu sur le bacille de Loeffler que la forme bacillaire n'est pas unique. Il existe des formes nombreuses entre les extrêmes hypo- ou hypervirulents, formes déterminées par le passage sur des milieux de culture appropriés ou par la résistance du terrain sur lequel s'est développé le bacille. L'origine bacillaire est peut-être unique. — MM. A. **Policard** et P. **Santy** montrent que la cellule épithéliale de la vésicule biliaire de l'homme a une très grande ressemblance de structure avec la cellule intestinale : c'est une cellule absorbante. — MM. A. **Besredka** et F. **Jupille** ont observé que le sérum des cobayes tuberculeux est capable de fixer à lui seul une quantité notable d'alexine, en l'absence d'antigène. — M. G. **Seliber** a cultivé divers microbes dans des solutions de caséine. Les *B. subtilis*, *coli*, *mesentericus*, *prodigiosus* et deux ferments lactiques ont donné des phénomènes manifestes de coagulation. — MM. P. **Carnot** et J. **Coirre** ont constaté que le brome, après son administration thérapeutique, paraît avoir un certain neurotropisme et se fixer avec élection sur le cerveau. — MM. A. **Marie** et A. **Ponselle** ont reconnu que l'adrénaline pure empêche la culture à des proportions variées des diverses espèces bactériennes, mais ne modifie pas les propriétés toxi-infectieuses des cultures, à l'exception de celles de pneumocoque. — MM. M. **Garnier** et G. **Lévi-Franckel** ont observé dans 42,5 °/₀ des cas une inversion du réflexe oculo-cardiaque chez les femmes enceintes ayant un pouls constamment accéléré. — M. E. **Pozerski** a constaté que le lait se coagule très lentement en présence de chloroforme, par suite d'un phénomène d'ordre diastasique. — MM. F. **Dévé** et J. **Payenneville** montrent que le traitement proposé par Kolbé, tout au moins en tant que préventif de la greffe hydatique et des récidives post-opératoires, est complètement inefficace. — MM. M. **Loeper** et J. **Tonnet** ont observé que le précipité alcoolique des urines est toxique pour le rat, le cobaye et la souris, hypothermisant, hémolytique, hypotenseur et contient un grand nombre de ferments. — M. G. **Froin** a constaté que le froid provoque et exagère l'hémolyse des globules rouges plongés dans des solutions hyper- ou hypochlorurées. — MM. P. **Mazé** et Aug. **Pettit** montrent que le lait de vache, mélangé à du liège, est capable d'assurer au lapin adulte une survie prolongée. — M. F. **Vlès** a reconnu que le spectre des matières colorantes de la famille des hémoglobines présente un certain nombre de zones de bandes en rapports définis avec la bande γ de Soret. — M. **Petzetakis** a constaté que les voies centrifuges du réflexe oculo-cardiaque sont le pneumogastrique et aussi le sympathique, principalement les éléments cardio-modérateurs du vague, dont les effets sur le cœur dominent généralement. — MM. **Chedini** et **Ollino** ont étudié l'influence de la situation endocrinique sur l'action des médicaments cardio-vasculaires et gastro-intestinaux. — M. C.-J. et Mme C. **Parhon** ont observé que les oiseaux soumis à l'hyperthyroïdisation présentent une plus grande résistance aux infections spontanées que les animaux normaux. — M. C.-J. et Mlle M. **Parhon** montrent la participation de la thyroïde, du thymus et des parathyroïdes au syndrome myasthénique, ainsi que la présence dans le sang d'albumines musculaires. — M. A. **Borrel** a observé chez l'*Hemopis sanguisuga* que le réseau pigmentaire naît aux dépens de la tunique musculaire péri-intestinale.

Séance du 2 Mai 1914.

MM. A. **Slatineano** et C.-J **Mihaïesti** montrent qu'il faut pratiquer sans crainte la vaccination anticholérique pendant l'épidémie même; il faut vacciner à fortes doses et indifféremment les porteurs et non porteurs de germes. — MM. A. **Marie** et V. **Morax** ont constaté que la capsulectomie unilatérale chez le cobaye est inoffensive; la capsulectomie bilatérale en une séance est toujours mortelle; en deux séances, elle est compatible avec une survie prolongée. — M. E. **Pozerski** a observé que le lait additionné de chloroforme et porté à 39° se coagule en l'absence de toute intervention microbienne; cette coagulation ne se produit pas lorsque le lait a été préalablement bouilli. Le lait privé par centrifugation des éléments qu'il tenait en suspension ne coagule pas ou coagule avec un très grand retard. — MM. A. **Morel** et G. **Mouriquand**, en employant des méthodes spécifiques de dosage de l'urée dans les humeurs, ont mis en évidence la rétention prédominante de cette substance au cours de certaines azotémies. — M. C. **Pezzi**, au moyen de recherches graphiques, montre que les facteurs suivants interviennent surtout dans la production du bruit de galop : le raccourcissement de la diastole (tachycardie), l'activité exagérée de l'oreillette et souvent l'allongement de l'intervalle As-Vs. — MM. A. **Grigaut**, P. **Brodin** et **Rouzaud** ont reconnu que la glycémie physiologique mesurée dans le sang total varie dans des limites restreintes. Les chiffres supérieurs à 1 gr. 10 relèvent d'une hyperglycémie et inférieurs à 0 gr. 80 d'une hypoglycémie. — M. E. **Maurel** a reconnu que la natation, pour peu qu'elle se fasse avec ardeur et pendant un temps suffisant, augmente d'une manière sensible la fréquence du pouls et abaisse la température axillaire. Elle entraîne une dépense considérable de calorique. — MM. M. **Weinberg** et P. **Séguin** ont observé que les éosinophiles peuvent dans l'organisme se substituer aux polynucléaires et jouer dans certaines conditions le rôle de véritables phagocytes. Le liquide hydatique qui est resté en contact une heure et demie avec un exsudat très riche en éosinophiles perd en totalité ou en partie ses propriétés antigéniques. — MM. **Jouan** et **Staub** montrent que les plasmas d'oiseaux très stables, ne coagulant ni spontanément ni par des poussières variées, même à 37°, contiennent de petites quantités de fibrin-ferment. En contiennent également les plasmas oxalatés employés ordinairement dans les études sur la coagulation du sang. — M. P. **Delava** a constaté que l'excitation amenée par le nerf trijumeau lors de la compression des globes oculaires se réfléchit toujours suivant plusieurs voies, notamment suivant les nerfs accélérateurs. — M. **Roussel** a isolé par hémoculture dans certains cas de fièvres paratyphoïdes en Algérie quatre bacilles paratyphiques atypiques. — M. L. G. **Seurat** a trouvé

chez divers Reptiles d'Algérie un Nématode parasite nouveau pour lequel il crée le genre nouveau *Thubunea* (*Th. pudica* n. sp.). Il se range dans la famille des *Acuariidae*, à côté des *Physaloptera*. — MM. **R. Glénard** et **A. Grigaut** présentent un échantillon de concrétions intestinales, en imposant pour des calculs biliaires, trouvées chez un malade atteint de coliques hépatiques.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 21 Avril 1914.

M. **J. A. Lafite Dupont** montre que la vésicule auditive, comme la vésicule auriculaire, peut être le point de départ d'un réflexe auriculo cardiaque et auriculo-vaso-moteur. — MM. **H. Sérégé** et **P. Mauriac**, d'après leurs études sur la compression isolée de chaque veine sus-hépatique, d visent le tube gastro-intestinal en 3 segments principaux, accouplés chacun avec une formation lobaire hépatique. Ces relati ns donnent une explication de certains accidents pathol giques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Avril 1914.

M. **A. Guillet** estime insuffisants les développements sur *l'interrupteur à mercure* qu'on trouve dans les traités de Physique; on y prend seulement en considération le moteur destiné à fermer et à ou rir le circuit de la bobine d'induction. Aussi l'ingéniosité des physiciens et des constructeurs s'est-elle particulièrement exercée sur ce point. Ma s on ne dit rien des phénomènes dont la discontinuité est le siège et qui retentissent sur les vitesses d'évolution $\frac{dF_{1,2}}{dt}$ des flux embrassés par les deux circuits de l'appareil. Les *grandes discontinuités* de circuit, auxquelles sont liés les phénomènes de condensation, d'étincelle, d'arc, de décharges de tous ordres au sein d'espaces plus ou moins raréfiés, ainsi que celles qui conditionnent l'élément de pile, la polarisation ou l'électrolyse, ont été étudiées pour elles-mêmes assez complètement. Le point de vue change lorsqu'il s'agit de *discontinuités au contact*, comme dans les rupteurs de bobines, le microphone, la plupart des détecteurs de T. S. F., etc., dont la théorie doit pourtant être ramenée aux mêmes notions. M. Guillet insiste sur l'importance de la formation d'un arc, plus ou moins apparent au point de rupture : arc *inévitable*, car il mesure en quelque sorte l'énergie électromagnétique actuelle de l'un des organes de la bobine. Il suit de là que, *dans une théorie rationnelle de l'interrupteur*, on devra faire appel aux propriétés directement observées sur l'arc : influence de la nature et de l'écartement des électr des, du milieu ambiant, de la mise en dérivation sur l'arc d'un circuit comprenant un condensateur et une bobine douée ou non de self-induction, etc. M. Guillet montre comment nos connaissances actuelles sur l'arc et les courants oscillatoires permettent : 1° d'expliquer le rôle, si caché à l'origine, du condensateur de Fizeau; 2° de trouver un mode de fonctionnement de la bobine d'induction fondé sur le régime périodique de l'arc, tout moteur étant dès lors supprimé; 3° de comprendre la nécessité d'éviter, en particulier, toute oxydation du contact: d'où l'emploi de l'alcool, d'un pétrole, etc., et mieux encore d'un carbure gazeux ou de l'hydrogène, comme milieu de rupture. M. Guillet décrit et fait fonctionner des interrupteurs à mercure, dont l'électrode solide est fixe ou mobile, et donne diverses indications pratiques sur le contact charbon-mercure, sur la fréquence d'un auto-rupteur étudiée au miroir tournant, et sur la perfection de fonctionnement d'une bobine d'induction qu'on peut obtenir en faisant état des actions m caniques, électriques, chimiques, etc., dont dépend le régime de l'arc primaire. — M. **Guillet** projette diverses photographies de dispositifs expérimentaux, simples, mais démonstratifs, portant sur l'enseignement de la Physique dans les lycées. Il insiste en particulier : 1° sur la mesure directe de l'accélération de la chute libre des corps dans le vide, car les progrès réalisés, depuis Newton, dans la mesure des longueurs et du temps, permettraient aujourd'hui d'employer cette méthode pour la mesure de g, concurremment avec celle du pendule; 2° sur l'intérêt qu'il y a à manifester les divers aspects de la méthode des coïncidences; 3° sur un appareil constitué par un simple fil de torsion, permettant d'obtenir à volonté une surface hélicoïdale, *à pas variable*, à l'aide de laquelle il est facile, comme l'on sait, d'illustrer le mécanisme de la propagation des ondes et de la production de l'état ondulatoire stationnaire. — M. **H. Devaux** : *Sur la phase d'équilibre des forces de rassemblement et des forces d'extension agissant sur l'huile déposée sur l'eau.* 1. *Généralisation aux autres substances extensibles.* L'acide oléique a une tension superficielle notablement plus petite que celle des huiles. Si donc il existe simultanément sur une même surface d'eau une lame oléique et une lame d'huile en extension maxima, et qu'on rétrécisse, la lame d'huile se contractera tout entière pour un certain degré de rétrécisseme t. On assistera donc *à la phase de rassemblement* de cette huile par diminution progressive de la tension environnante, l'acide oléique agissant comme un ressort dont la détente va plus loin que celle de l'huile. L'expérience confirme, en effet, ces prévisions On dépose sur l'eau une trace d'acide oléique suffisante pour donner une lame d'épaisseur unimoléculaire. On talque légèrement, puis on dépose au milieu du voile oléique une trace d'huile de lin au moyen d'un fil de verre très fin. Elle s'étend brusquement aux dépens de la lame oléique en un cercle ayant par exemple 4 à 5 centimètres de diamètre. On rétrécit ensuite progressivement au moyen d'une barrière mobile. Le voile huileux subit d'abord ce rétrécissement *dans son ensemble*, le petit cercle d'huile de lin y participant à peu près dans la même proportion que la lame d'acide oléique qui l'environne. Mais tout à coup on voit le cercle d'huile de lin diminuer seul, de sorte qu'il se contracte rapidement et est réduit en un instant *à un tout petit cercle couvert d'une buée abondante.* L'effet est brusque et saisissant. Ce n est qu'après cette extinction presque totale du lin que le rétrécissement forcé continue sur le voile oléique. Et maintenant faisons l'inverse, élargissons. Brusquement le cercle d'huile de lin grandit, et grandit seul, jusqu'à ce qu'il ait atteint la dimension primitive, celle qu'il avait au début de la pulsation. Si l'on fait deux taches d'huile différentes (par exemple, lin et ricin) sur un même voile oléique, et qu'on rétrécisse, l'une (le lin) se rétracte d'abord, tandis que l'autre (le ricin) ne se rétracte à son tour que pour un rétrécissement beaucoup plus fort. Quand on élargit, ces deux phases sont récapitulées en sens inverse. Les prévisions sont donc réalisées. Mais le fait capital ici est qu'à la phase de pulsation, le rétrécissement ne porte plus sensiblement que sur le petit cercle d'huile fait au milieu du voile oléique : ce dernier ne le subit pas, ou plus exactement presque pas. *Ce qui prouve que sa tension superficielle ne varie pas ou presque pas.* Or la tension est partout la même sur toute la surface, y compris celle du cercle huileux. *Donc la tension de l'huile à la phase de pulsation ne varie pas, ou à peine, malgré les variations énormes de la surface occupée par cette huile.* Or c'est à cette tension spéciale qu'apparaissent ou disparaissent les globules aux dépens de la lame. Cette tension de l'huile est donc une véritable *tension critique* ayant une valeur fixe pour chaque espèce d'huile, et sa constance, malgré les variations considérables de la surface apparente, oblige à admettre que *l'épaisseur de la lame noire intermédiaire reste aussi constante.* 2. *Comparaisons.* Ces faits sont à comparer à ceux de la tension maxima et de condensation des vapeurs. Dans les deux cas, il y a, d'une part des molécules dispersées (en un volume

pour la vapeur, en une lame pour l'huile); et, d'autre part, des molécules rassemblées en masses distinctes par leurs attractions réciproques. Et les forces de dispersion et de rassemblement sont nécessairement en équilibre dans les deux cas. Le mode de rassemblement est du reste identique, car à la tension critique, l'huile comme la vapeur se rassemble en globules, elle forme une buée, elle a son point de rosée. Mais, dans le cas des huiles, la dispersion est limitée, et de plus elle ne se fait que dans deux directions et non dans trois; on pourrait dire, à certains égards, que la lame noire des huiles réalise la chimère d'un gaz à deux dimensions. 3. *Généralisation.* Ces faits ne sont pas spéciaux aux huiles. M. Devaux les a aussi observés sur divers hydrocarbures : la pulsation est en général très hâtive, c'est-à-dire apparaît dès le début du rétrécissement du voile oléique On peut l'apercevoir même avec des substances volatiles ou solubles : essences diverses, camphre, benzine, alcool, chloroforme, etc., savon, gélatine, acides organiques, alcaloïdes variés; en un mot, sur toutes les substances extensibles. Mais, dans ce cas, au moment du rétrécissement, les molécules pouvant s'évaporer ou se dissoudre, c'est-à-dire se répandre dans un espace indéfini, la concentration locale de la substance diminue et la tache pulsante disparaît peu à peu. *Application* On pourra sans doute utiliser ces données, en particulier pour déterminer la nature des substances grasses dont on n'a que des traces, et suivre leur altération ou leurs transformations dans une réaction ou dans un organisme (germination des graines oléagineuses, digestion des huiles). En piquant une graine avec une aiguille, on recueille assez de substance pour faire un essai : il suffit, en effet, d'un millième de milligramme. — Diverses questions sont posées à M. Devaux, en particulier par M. Perrin. M. Devaux fait observer que Lord Rayleigh a été beaucoup moins absolu que ne le dit M. Marcelin en donnant les valeurs 1μμ et 2μμ, et que Lord Rayleigh n'a jamais dit, en particulier, que la tension superficielle devient constante quand l'épaisseur devient 2μμ. Il dit, au contraire, qu'elle baisse constamment, quoique très lentement, et les courbes publiées le montrent aussi avec évidence. M. Devaux affirme, du reste, d'une manière absolue, qu'il est impossible, au moins pour les huiles proprement dites, d'avoir des lames approchant de 2μμ qui soient dépourvues de globules au moins microscopiques. Incidemment, M. Devaux dit que l'huile a une hygroscopicité très marquée. Et aussi qu'on pourra se servir de la formation des lames superficielles pour des dosages, par exemple ceux de l'albumine dans les urines, des impuretés grasses ou autres dans les solutions, etc.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Avril 1914.

M. **H. Copaux** présente, au nom de M. **L. Benoist** et au sien, un mémoire sur la fixation de quelques poids atomiques contestés, par la méthode de transparence aux rayons X. Cette méthode, établie par M. Benoist en 1901, n'avait pas encore été appliquée à des cas litigieux, comme ceux du thorium, du cérium et du glucinium, spécialement étudiés dans ce mémoire; ses résultats ont été exactement conformes à ceux de la classification périodique. Il faut donc accepter, comme définitifs et hors de discussion, les poids atomiques déduits de la classification périodique, et non pas déduire l'ordre de grandeur du poids atomique de la prépondérance accordée arbitrairement à tel ou tel groupe des propriétés chimiques d'un élément. — MM. **Marqueyrol** et **Henri Muraour** ont étudié l'action des acides minéraux sur la diphénylnitrosamine en solution hydroalcoolique. Sous l'action de traces des acides chlorhydrique, sulfurique, nitrique, la diphénylnitrosamine s'hydrolyse et l'on observe la formation de nitrite d'éthyle. Avec des quantités plus fortes de ces acides, il se produit un précipité qui a été identifié avec la dinitrosamine de la diphénylbenzidine. La formation de ce produit est certainement due à l'oxydation par l'acide nitreux de la diphénylamine régénérée et à la nitrosation de la diphénylbenzidine formée. Si l'on emploie des quantités notables d'acide nitrique, on constate la formation, à côté de dérivés dinitrés de la diphénylamine, de produits rouges, insolubles dans l'alcool, qui paraissent identiques aux dérivés nitrés de la diphénylbenzidine préparés par action de l'acide nitrique sur la dinitrosamine de la diphénylbenzidine. — MM. **Ch. Moureu** et **J. Ch. Bongrand** communiquent à la Société quelques expériences qu'ils ont effectuées sur le sous-azoture de carbone C^4Az^2. Ce corps est violemment attaqué par l'ammoniac. En opérant en solution éthérée très étendue, dans une atmosphère d'hydrogène, et à — 70°, ils ont obtenu, avec d'excellents rendements, une substance bien cristallisée, fondant à 131° et répondant à la formule $C^4Az^3H^3$. L'acide sulfurique dilué l'hydrolyse aisément à chaud, en donnant de l'acide cyanhydrique, de l'ammoniac et de l'acide cyanacétique; il en résulte, pour le composé $C^4Az^3H^4$, la formule de constitution $CAz - C(AzH^2) = CH - CAz$ aminobutène-dinitrile). Le sous-azoture de carbone est de même attaqué avec violence par les amines primaires et par les amines secondaires. La réaction est en tous points analogue à celle qu'on observe avec l'ammoniac. Les produits obtenus se dédoublent, par hydratation, de la même manière (régénération de la base formation d'acide cyanhydrique et d'acide cyanacétique), et ils ont, par conséquent, une constitution semblable. Le phénylaminobutène-dinitrile fond à 120°,5—121°,5. Le diéthylaminobutène-dinitrile fond à 69-70°.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 26 Février 1914.

1° Sciences physiques. — Lord **Rayleigh** étudie la diffraction de la lumière par des sphères d'indice de réfraction relatif faible. — M. **E. Wilson** : *Propriétés magnétiques du fer soustrait au magnétisme terrestre.* L'auteur montre que le magnétisme terrestre affecte sérieusement la magnétisabilité du fer. En comparant les résultats obtenus dans les expériences où le *stalloy* (alliage du fer contenant 3 % de Si) est magnétisé (sous forme d'anneau), puis soigneusement démagnétisé pendant qu'on le soustrait au magnétisme terrestre, avec ceux d'expériences analogues faites sur la même substance démagnétisée, mais exposée au magnétisme terrestre, le rapport des perméabilités présente un maximum de 1,79 quand l'induction magnétique a une valeur de 172, et le rapport des perméabilités maximum est de 1,24. Une perméabilité maximum de 5900 fut obtenue en soustrayant l'alliage au magnétisme terrestre et en le magnétisant par une force de 1,8 unités C.G.S., et elle représente 1,28 fois la perméabilité maximum obtenue avec l'échantillon démagnétisé et exposé au champ terrestre. La dissipation de l'énergie par hystérèse magnétique pour une induction magnétique donnée est moindre quand le « stalloy » est protégé et démagnétisé que lorsqu'il est d'abord démagnétisé puis exposé au magnétisme terrestre. L'indice de Steinmetz, après s'être élevé à un maximum d'environ 3 pour une force de 0,008 unité C.G.S., commence à diminuer quand la force est réduite; vers ce point, les boucles d'hystérèse commencent à devenir des lignes droites parallèles. — M. **W. A. D. Rudge** : *Electrisation produite par le soulèvement d'un nuage de poussière.* Une électrisation considérable se produit pendant le soulèvement d'un nuage de poussière. Des conducteurs isolés maintenus dans un courant de poussière se chargent à plusieurs centaines de volts. Les particules de poussière semblent se charger par frottement mutuel, les unes positivement, les autres négativement. Si l'on

soulève un nuage en soufflant de l'air à travers un flacon laveur contenant une substance finement divisée, l'air accompagnant le nuage se charge fortement, et cette charge persiste dans l'air pendant quelque temps. Le signe de la charge dépend de la nature de la substance : négatif pour HgS, le sable, l'acide molybdique et les corps acides, positif pour le charbon, la farine, le minium et les corps basiques. La charge est d'autant plus forte et persistante que la substance est plus fine. — **M. W. M. Thornton** : *Allumage électrique des mélanges gazeux.* L'auteur montre qu'il existe deux types distincts de courbes reliant la teneur de l'air en gaz et le courant minimum dont la rupture détermine l'allumage par étincelle. Dans l'un, caractéristique du courant continu, le courant nécessaire est proportionnel au °/₀ de gaz présent; dans l'autre, relatif au courant alternatif, c'est une fonction quadratique du °/₀ de gaz présent. L'auteur pense que l'allumage par l'étincelle de rupture du courant continu est surtout ionique ou électronique, tandis que pour le courant alternatif c'est plutôt un simple processus thermique. — **M. J. N. Pring** : *Présence de l'ozone dans l'atmosphère supérieure.* L'auteur détermine l'ozone aux très grandes dilutions au moyen d'une solution aqueuse de KI, qui permet de le distinguer des oxydes d'azote jusqu'à — 24°. Les déterminations faites aux hautes altitudes en Angleterre indiquent une moyenne de 2,5 10^{-6} vol. d'ozone dans 1 vol. d'air; il n'y a pas une grande augmentation entre 5 et 20 kilomètres, altitude maximum atteinte. Dans les Alpes, on a mesuré une valeur moyenne de $2,5 \times 10^{-6}$ à 2.100 mètres, et $4,7 \times 10^{-6}$ à 3.580 mètres. On n'a pas trouvé de traces perceptibles d'oxydes d'azote ou de H^2O^2 dans ces deux derniers cas. Des mesures colorimétriques au laboratoire montrent que ces quantités ultimes d'ozone donnent une coloration bleue marquée; l'ozone contribuerait donc à déterminer la couleur bleue du ciel. — **M. W. A. D. Rudge** a examiné un *fer météorique tombé à Winburg* (État libre d'Orange) en 1881. La météorite est composée d'une masse de cristaux de ferrite, avec des veines d'alliage Fe-Ni qui la traversent, et avec des cristaux du même alliage disséminés dans la masse. La résistance mécanique du métal n'est pas si grande que celle du fer ordinaire, mais avant la rupture le module d'élasticité est presque aussi élevé que celui du fer ordinaire. Les cristaux individuels sont tendres et malléables. Par broyage, le fer tend à se cliver en cristaux définis. Les propriétés magnétiques sont pratiquement les mêmes que celles du fer suédois. — **MM. H. E. Armstrong, R. T. Colgate** et **E. H. Rood** : *Etudes morphologiques sur les dérivés du benzène. V. Corrélation de la forme cristalline avec la structure moléculaire.* Les auteurs ont déterminé les formes cristallines et les constantes cristallographiques d'une soixantaine de dérivés benzéniques répondant à la formule générale $C^6H^3R_1R_2\ SO^2X$, dans laquelle R_1, R_2 et X représentent Cl ou Br. La plupart de ces composés cristallisent dans le système clinorhombique, et leurs paramètres d'équivalence présentent une suite continue qui se rattache aux paramètres d'équivalence du benzène. Ces résultats peuvent être considérés comme une vérification de la théorie de Barlow-Pope qui relie la forme cristalline à la structure moléculaire interne. — **MM. H. E. Armstrong** et **F. P. Worley** : *Etudes sur les processus opérant en solutions. XXXI : Les acides sulfoniques et l'acide sulfurique comme agents hydrolytiques. XXXII : Influence des sulfonates sur l'activité hydrolytique des acides sulfoniques.* Les recherches ont été entreprises en vue de confirmer la théorie de l'hydrolation, opposée à celle de la dissociation électrolytique, pour expliquer les phénomènes d'hydrolyse.

Séance du 5 Mars 1914.

1° Sciences physiques. — **M. Ch. H. Warner** : *La formaldéhyde comme produit d'oxydation des extraits chlorophylliens.* L'auteur a observé la formation photochimique d'aldéhyde formique dans les pellicules d'extrait chlorophyllien en contact avec l'air contenant CO^2 et de la vapeur d'eau; celle-ci est due à la décomposition des pellicules sous l'action de l'oxygène de l'air, car aucune trace de formaldéhyde ne se forme quand ces pellicules sont insolées dans une atmosphère humide d'Az ou de CO^2. Il n'existe donc actuellement aucune preuve de la photosynthèse de l'aldéhyde formique à partir de CO^2 en dehors de la plante. L'oxydation précédente est accompagnée du blanchissement des pellicules, qui semble effectué par l'action de H^2O^2, dans la formation duquel CO^2 n'a aucune part, car il n'y a pas de décoloration dans CO^2 humide exempt d'O. Le blanchissement (oxydation) des pellicules d'extrait de carotine est aussi associé à la production de formaldéhyde. — **M. H. Wager** : *Action de la lumière sur la chlorophylle.* Quand la chlorophylle extraite des plantes est exposée à la lumière, il se forme deux sortes de substances : une aldéhyde ou un mélange d'aldéhydes, et une substance oxydante (peut-être un peroxyde organique) capable de libérer I de KI. Le blanchissement de la chlorophylle *in situ* dans des feuilles mortes donne les mêmes produits que celui des extraits chlorophylliens en dehors de la plante. La photodécomposition de la chlorophylle n'a lieu qu'en présence d'oxygène; la présence de CO^2 n'est pas nécessaire. L'auteur estime que la production des sucres et de l'amidon dans la feuille verte résulte de la photo-oxydation de la chlorophylle et de la polymérisation subséquente de l'aldéhyde formée, plutôt que de la photo-synthèse directe aux dépens de CO^2 et de l'eau.

2° Sciences naturelles. — **M. J. F. Gaskell** : *Le système chromaffine des Annélides et ses relations avec le système vasculaire contractile de la sangsue* (Hirudo officinalis). La possession d'un système chromaffine, consistant en cellules qui prennent une coloration jaune avec les sels de chrome, est une propriété commune à la plupart des Vertébrés. La présence de cette réaction coïncide avec la sécrétion de l'adrénaline et en dépend probablement. Même chez les Vertébrés inférieurs, comme le *Petromyzon*, ce système est bien développé. Les cellules chromaffines ont été aussi observées chez certains Annélides par Sommet et Poll; elles atteignent leur plus haut développement chez les Hirudinées; la réaction est donnée par six cellules nerveuses dans chaque ganglion segmentaire. L'auteur en tire la conclusion que le système vasculaire contractile des Vertébrés et ses régulateurs, le système chromaffine et le système sympathique, prennent leur origine commune dans le groupe des Annélides. — **M. F. Kidd** : *Influence de contrôle de l'anhydride carbonique sur la maturation, la vie latente et la germination des graines.* Les expériences de l'auteur montrent que la germination des graines peut être complètement empêchée par la présence de CO^2 dans l'atmosphère (20 à 30 °/₀ suivant les températures). Cette inhibition n'est pas accompagnée de lésions; les graines germent de nouveau après l'éloignement de CO^2. Des expériences sur le terrain montrent que cette action de CO^2 peut se présenter occasionnellement dans la Nature. Si on enfouit profondément une certaine quantité de plantes vertes, des graines plantées dans le sol au-dessus de cette matière en décomposition ne peuvent germer par suite de la production de CO^2. La suspension de la vitalité des graines de moutarde continue pendant un certain temps après l'enlèvement de CO^2; ce fait peut expliquer quelques cas naturels de germination retardée.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Mars 1914.

M. F. W. Jordan présente un nouveau type de thermogalvanomètre. La bouffée d'air qui s'échappe de l'orifice d'une chambre à air quand l'air intérieur est

chauffé subitement est utilisée pour faire dévier un petit écran suspendu. Le courant à mesurer est établi ou suspendu dans un réchauffeur de faible capacité thermique placé dans la chambre à air et la sortie ou la rentrée de l'air par l'orifice donne une impulsion à l'écran. Les effets perturbateurs de la chaleur extérieure et les pulsations de la pression externe sont éliminés par une méthode de compensation. Dans un instrument de ce type, la sensibilité était de 4 millimètres par microwatt. — M. J. D. **Morgan** décrit un oscillographe mécanique pour enregistrer les variations de pression qui accompagnent une explosion de gaz dans un tube ouvert. Un léger écran d'acier de forme rectangulaire est monté en parallèle avec le tube à explosion dans une cellule présentant une ouverture latérale sur l'intérieur du tube. Sur 3 bords, l'écran est libre; sur le 4e, il est attaché à un fil de torsion. Le diagramme est produit par un style sur une bande de papier enfumé entourant un tambour mû par un mouvement d'horlogerie, et sur la même bande un diapason de fréquence donnée entretenu électriquement décrit la courbe du temps. — M. R. **Appleyard** décrit un appareil simple destiné à montrer aux étudiants de quelle façon la base *e* des logarithmes népériens entre dans les problèmes physiques. Il est basé sur les propriétés de la caténaire.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Avril 1914.

MM. H. **King** et F. L. **Pyman** ont préparé à l'état pur les sels des acides α- et β-glycérylphosphoriques : les premiers par l'action de l'α-monochlorhydrine sur le phosphate neutre de sodium, les seconds par action de l'α-dichlorhydrine sur $POCl^3$. Le glycérylphosphate de Na cristallisé de Poulenc est le sel β. — M. A. E. **Dunstan** a repris la mesure de la viscosité de l'acide sulfurique à 100 °/₀ à diverses températures; les valeurs trouvées (déduites de l'interpolation d'une courbe viscosité-concentration allant de 96 à 100,3 °/₀) sont : à 13°,8, 0,360; à 25°, 0,235; à 50°, 0,106; à 70°, 0,0635; à 90°, 0,0425. — M. T. M. **Lowry** expose ses idées sur la signification des termes tautomérie, desmotropie et isomérie dynamique. — M. A.-Ch. **Dunningham** a étudié le système éther éthylique — eau — KI — HgI^2, spécialement les solutions non saturées par rapport aux phases solides, qui existent en une, deux ou trois couches. — MM. H. **Mc Combie** et H. A. **Scarborough** ont déterminé la vitesse de saponification du benzoate de phényle par KOH alcoolique à 30°. La valeur de $K = 0,00428$ est indépendante de la concentration initiale des substances réagissantes : la réaction est bimoléculaire. — MM. H. D. **Dakin** et H. W. **Dudley** décrivent une méthode générale pour la préparation des glyoxals et de leurs acétals. Le diéthoxyacétate et l'acétate d'éthyle réagissent avec Na pour former le γ-diéthoxyacétoacétate d'éthyle; ce dernier, hydrolysé par KOH, fournit l'acétal du méthylglyoxal, que l'hydrolyse par H^2SO^4 dilué transforme en méthylglyoxal. — M. J. G. M. **Dunlop**, en chauffant le paraformaldéhyde en tube scellé avec un peu d'H^2SO^4 à 115°-120°, a obtenu du formiate de méthyle, de l'éther hydroxyméthylique CH^3OCH^2OH et un composé $CH^3O[CH^2O]^2CH^2OH$. — M. E. J. **Holmyard** a soumis divers sols à la distillation destructive dans une cornue en fer. Il a obtenu un distillat formé de deux couches : une aqueuse, renfermant AzH^3 et du phénol; l'autre huileuse, renfermant de la pyridine, de la quinoline, du pyrrol, de l'indol et du thiophène. Les processus de décomposition de la matière organique du sol semblent analogues à ceux qui ont lieu dans la formation du charbon. — MM. F. B. **Power** et A. H. **Salway** ont étudié le dibenzoylglucoxylose, F. 147°-148°, qui constitue le principe amer des tiges et des feuilles de *Daviesia latifolia*. — MM. W. E. S. **Turner** et C. C. **Bissett** ont constaté que les poids moléculaires des chlorure, bromure, iodure et nitrate de Li dans les alcools éthylique, isobutyrique, et isoamylique croissent à mesure que la constante diélectrique du solvant diminue, ce qui provient d'une combinaison du solvant avec le corps dissous. Ils ont isolé les composés LiCl (Br, I) $3CH^3OH$ et LiCl (Br, I) 4ROH, où $R = C^2H^5$, C^4H^7, C^5H^9. — M. W. E. S. **Turner** estime que la plupart des formules moléculaires communes sont inadéquates, attendu que le poids moléculaire d'une substance varie avec la température, la pression et le milieu. Il propose d'écrire les formules moléculaires $(X)^n$ pour les éléments et $(XY)^n$ pour les composés. — M. M. **Copisarow** a préparé du triphénylcarbinol très pur, en cristaux rhombiques, F. 139°, en faisant réagir $AlCl^3$ sur un mélange de CCl^4 et de benzène dissous dans CS^2, décomposant par la glace et HCl, chassant CS^2 et distillant à la vapeur. — M. H. M. **Dawson** montre que le degré d'ionisation des acides en solutions relativement concentrées doit être déterminé avec une grande précision avant qu'il soit possible d'assigner une valeur certaine aux coefficients d'activité comme catalystes des acides non ionisés. — MM. H. **Stephen** et Ch. **Weizmann** ont préparé l'acide phtalamino-*p*-méthoxybenzylmalonique, F. 210°, et l'acide phtalamino-pipéronylmalonique, F. 234°. Par hydrolyse avec HCl, ce dernier donne la 3 : 4-dihydroxyphénylalanine. — M. Ch. R. **Young** a préparé un certain nombre de dérivés optiquement actifs (acides aniliques, anils, anilides et hydrazides) des acides *d*-diméthoxy et *d*-diéthoxysucciniques. — MM. Al. **Findlay** et G. **King** ont étudié la vitesse de dégagement de CO^2 de ses solutions sursaturées dans des solutions colloïdales de gélatine et d'amidon. La différence de conduite de ces solutions comparées à l'eau est due principalement à la concentration du sol de gélatine, et non à la présence du gel. — M. J. K. **Wood** et Mlle N. **Walker** ont déterminé les vitesses d'oxydation d'un certain nombre d'hydrates de carbone et de substances voisines par le persulfate de potassium en présence de sulfate d'Ag. Très lente en l'absence de ce dernier, l'oxydation s'accélère fortement en présence d'une petite quantité de solution à 0,5 °/₀ de sulfate d'Ag. Le galactose, l'arabinose et le xylose sont oxydés aussi rapidement, le dextrose un peu moins vite. — MM. A. W. **Titherley** et N. G. S. **Coppin** montrent que le produit de décomposition de l'allantoïne par l'acide nitrique chaud, considéré comme de l'acide allanturique, est en réalité un mélange d'acide carbamidoglycollique, de sa lactame et d'une base très faible. — MM. T. S. **Price** et A. **Jaques** ont étudié la vitesse de la réaction entre le benzylthiosulfate de sodium et l'iode en solution de KI à 25°. La réaction est monomoléculaire. — MM. H. M. **Dawson**, D. **Burton** et H. **Ark** ont étudié l'action du brome et de l'iode sur l'acétaldéhyde et ses homologues en solution aqueuse diluée. Il y a à la fois oxydation et substitution; la substitution est conditionnée par une transformation isomère préalable de l'aldéhyde de la forme cétonique à la forme énolique, la vitesse de ce changement étant fortement accrue par la présence d'acides. — M. W. J. **Jones** a étudié l'action entre HCAz et certains anions organiques contenant une double liaison. La vitesse d'addition est proportionnelle à la concentration de l'ion cyanure présent. Le même auteur montre qu'en solution diluée il s'établit des équilibres du type $RR'CO + HCAz \rightleftarrows RR'C(OH).CAz$. L'eau et à un moindre degré l'alcool exercent une influence dissociante sur les cyanhydrines.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Hendrik de Vries** et G. **Schaake** : *Sur les solutions singulières d'équations différentielles ordinaires et partielles du premier ordre.* L'auteur montre dans cette note que des considérations empruntées à la géométrie à plusieurs di-

mensions illustrent bien les diverses possibilités analytiques qui se présentent dans cette question. — M. W. Kapteyn : *Sur les fonctions de Hermite* (1re partie). L'auteur examine les fonctions H qui satisfont à l'équation différentielle : $\frac{d^2H}{dx^2} - 2x\frac{dH}{dx} + 2nH = 0$. — M. Jan de Vries : *Une congruence bilinéaire de courbes gauches biquadratiques rationnelles.* — MM. J.-C. Kapteyn et W. Kapteyn présentent un travail de MM. J. van Uven : *La théorie de Bravais (sur les erreurs dans l'espace) pour l'espace à plusieurs dimensions avec des applications sur la corrélation.* Bravais n'a traité le problème de la distribution des erreurs dans l'espace que dans les cas des espaces à deux et trois dimensions. K. Pearson a encore traité le cas de l'espace à quatre dimensions. Or, au point de vue de la théorie de la corrélation, il peut être utile de traiter le problème pour un espace ayant un nombre quelconque de dimensions; c'est ce que fait l'auteur.

2° Sciences physiques. — MM. H.-A. Lorentz et F.-A.-H. Schreinemakers présentent un travail de MM. J. J. van Laar : *Une nouvelle relation entre les grandeurs critiques et sur l'uniformité de toutes les substances au point de vue thermique* (suite). Examen de la variabilité de la grandeur b avec la température. Calcul des valeurs théoriques de b et application aux isothermes de l'argon. — M. J. D. van der Waals : *Sur la densité critique des substances associées.* L'auteur montre que, si l'on tient compte du degré d'association, le coefficient s de Sydney Young, c'est-à-dire le rapport entre le volume moléculaire critique déduit des lois des gaz parfaits et le volume moléculaire critique réel, a la même valeur (3,77 environ) pour les substances associées que pour les substances normales. — MM. J. D. van der Waals Jr. : *Sur la loi de partage de l'énergie.* V. L'auteur apporte d'abord une correction à une formule établie dans la note précédente. Dans cette formule, il n'est pas tenu compte de l'hypothèse de Planck concernant l'existence d'une énergie au zéro absolu : l'auteur examine quelques conséquences de cette hypothèse relatives aux phénomènes chimiques. — M. J. P. Kuenen : *Le coefficient de diffusion des gaz et le coefficient de frottement des mélanges gazeux.* Dans les formules qu'il avait établies dans une note précédente, l'auteur introduit une correction pour tenir compte de l'attraction mutuelle des molécules : cette correction explique l'influence de la température sur la viscosité. L'auteur se demande ensuite si la théorie qu'il a donnée permet de trouver la viscosité de mélanges gazeux, et en particulier peut expliquer l'existence d'un maximum de viscosité dans ces mélanges; tel est en effet le cas, bien que numériquement l'accord avec l'expérience laisse encore à désirer. — MM. H. du Bois et H.-A. Lorentz présentent un travail de M. W. J. de Haas : *L'influence de la température et de l'aimantation transversale sur la résistance pour courant continu de l'antimoine cristallisé.* Le but de ces recherches était surtout d'examiner l'influence de l'orientation des axes cristallographiques, influence qui avait déjà été constatée pour le graphite (Roberts) et le bismuth (van Everdingen). Pour l'antimoine, cette influence existe en effet et l'auteur conclut encore de ses expériences que le champ magnétique oriente les molécules métalliques diamagnétiques et qu'il existe une relation entre le système cristallin, la variation de la résistance et la susceptibilité diamagnétique. — MM. H. Kamerlingh Onnes et J.-P. Kuenen présentent un travail de M. C.-A. Crommelin : *Isothermes de substances monoatomiques et de leurs mélanges binaires. XVI. Nouvelle détermination des tensions de vapeur de l'argon solide jusqu'à* — 205°. Reprise et développement de recherches antérieures (voir séance d'octobre 1913). — MM. H. Kamerlingh Onnes et H.-A. Lorentz présentent un travail de M. W.-H. Keesom : *La constante chimique et l'application de la théorie des quanta suivant la méthode des vibrations propres à l'équation d'un gaz monoatomique idéal.* Cette note a pour but de montrer que la valeur de la constante chimique, qui se déduit d'une formule donnée antérieurement (voir séance de décembre 1913) pour l'entropie, est d'accord avec celle qui se déduit des données expérimentales relatives aux tensions de vapeur des gaz monoatomiques. — M. F.-A.-H. Schreinemakers : *Équilibres dans les systèmes ternaires.* XIV. Suite des considérations théoriques. — MM. J.-D. van der Waals et A.-F. Holleman présentent un travail de M. A. Smits : *Le prolongement métastable de la série des cristaux mixtes de pseudo-composants et ses rapports avec le phénomène de l'allotropie.* Depuis qu'il est expérimentalement démontré (Herbette, *Comptes rendus*, 1905) qu'il peut y avoir transition continue dans la région stable entre cristaux mixtes de formes cristallines différentes, une pareille transition est admissible dans la région instable entre séries incomplètes de cristaux mixtes. Mais une telle continuité n'existera probablement pas dans tous les cas; et l'auteur examine quelle sera l'allure probable des courbes ζ, x dans les cas où la continuité n'existe pas. — MM. J.-D. van der Waals et A.-F. Holleman présentent un travail de MM. A. Smits, S.-C. Bokhorst et J.-W. Terwen : *Sur les tensions de vapeur du système phosphore.* I. Les auteurs ont déterminé, au moyen d'un manomètre à ressort de verre de Jackson, les courbes de tension de vapeur des fontes de phosphore blanc (de 169° à 366° C.) et de phosphore rouge (de 504° à 634° C.). Il résulte clairement de ces expériences que ces deux courbes de tension de vapeur ne sont pas deux portions d'une seule et même courbe. — MM. P. van Romburgh et Ernst Cohen présentent un travail de M. F.-M. Jaeger : *Sur l'isomorphie des éthylsulfates des métaux terreux rares et sur la question d'un rapport morphotropique éventuel avec les sels analogues du scandium, de l'indium et du béryllium.* Aperçu rapide d'une étude comparative des analogies de forme des éthylsulfates des métaux : yttrium, lanthane, cérium, praséodyme, néodyme, samarium, europium, gadolinium, dysprosium, thulium, erbium, néoytterbium, béryllium, scandium et indium, ainsi que de quelques acétylacétonates des trois derniers éléments. Cette étude avait pour but la recherche d'un rapport entre les changements des paramètres cristallins, par substitution du métal trivalent Me dans la molécule $Me^2(SO^4.C^2H^5)^6 + 18H^2O$ par un autre terme de la série et le changement correspondant du poids moléculaire. Les cristaux sont hexagonaux; la classe de symétrie fut déterminée par une combinaison de mesures goniométriques avec l'examen de röntgénogrammes. Tous ces sels forment une série de composés parfaitement isomorphes; pratiquement, ils ont tous la même forme cristalline; l'éthylsulfate de béryllium fait exception : il est tétragonal. — MM. A.-F. Holleman et S. Hoogewerff présentent un travail de MM. J. Boeseken et J.-F. Carrière : *Sur le dichloracétylène.* Ce produit fut préparé par distillation sèche du trichloracrylate de baryum. C'est un gaz incolore à saveur douce écœurante, inflammable à l'air. Il est aisément liquéfiable : le liquide, incolore et très mobile, se solidifie en-dessous de — 50°, et c'est un explosif très violent. — M. P. van Romburgh et Mlle D.-W. Wensink : *Sur un nouvel hydrocarbure dérivé de la pinacone de la méthyléthylcétone.* Cet hydrocarbure, $C^{16}H^{28}$, fut obtenu par l'action de l'acide formique sur la pinacone.

3° Sciences naturelles. — MM. L. Bolk et C. Winkler présentent un travail de MM. P. Röthig et C.-U. Ariens Kappers : *Nouvelle contribution à l'étude du cerveau de Myxine glutinosa.* Par de nombreuses séries de coupes frontales et sagittales, les auteurs croient avoir complètement élucidé la question des rapports du nerf vague avec le système nerveux central chez cet animal. J.-E. V.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie.

La périodicité des taches solaires. — La périodicité des taches solaires, évaluée à 11 ans 2/5, n'est qu'une indication approximative qui ne rend pas compte avec précision des résultats de l'observation. Dans une série de notes aux *Monthly Notices*, H.-H. Turner s'est efforcé de représenter le phénomène par une série de Fourier : on trouve ainsi des sous-périodes à coefficients variés, notamment avec des sous-multiples d'un cycle de 156 ans. A côté de périodes de 8 1/3, 10 1/4, 14 2/3 années, la période de 11 ans 4 reste de beaucoup la plus importante pour l'époque actuelle, ce qui confirme les recherches récentes de Schuster et de Michelson ; encore, les phénomènes ne sont guère représentés d'une façon satisfaisante et il faut, particulièrement dans la période 1850 à 1900, incriminer l'imperfection des observations si l'on ne veut pas en venir à douter de la légitimité de cette période elle-même.

La période de 10 1/4 années fit spécialement sentir ses effets de 1749 à 1830 ; après quoi, le cycle de 14 ans 2/3 paraît avoir plus d'importance. L'effet de la période de 8 ans 1/3 fut en diminuant constamment, son coefficient changeant même de signe à l'heure présente.

Quels que soient l'ingéniosité et les efforts mis en jeu, on voit que le détail reste fort mystérieux pour le mécanisme de l'activité solaire.

§ 2. — Topographie.

A propos de la Stéréoautogrammétrie. — Nous avons reçu de M. Paul Corbin la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

Désireux de ne pas ouvrir de polémique personnelle dans la *Revue*, je ne répondrai que très brièvement à la lettre de M. le colonel Crouzet insérée dans le numéro du 15 mai.

Je tiens tout d'abord à déclarer que j'avais cru ne pas être sorti des limites de la critique légitime d'une publication scientifique, mais que si la forme en a déplu à mon honorable contradicteur, je lui en exprime ici mes sincères regrets.

Toutefois, je ne puis rien modifier quant au fond même. Les trois défauts essentiels que, dans son ouvrage de 1911, M. le colonel Crouzet reproche à la nouvelle méthode, savoir : *l'obligation* des bases horizontales ; *l'obligation* du « cas normal » et, *d'après lui, comme conséquence, l'obligation* des petites bases, ne répondent actuellement, pas plus qu'en 1911, à la réalité. Il m'a paru impossible de ne pas le signaler, puisque c'était là la base des conclusions d'un spécialiste réputé sur une méthode traitée un peu en parente pauvre aux prétentions déplacées. J'ai cru avoir aussi le droit de montrer comment et pourquoi nous sommes restés complètement en dehors de cette évolution si remarquable et si féconde d'une technique pourtant née en France.

Pour en venir aux critiques nouvelles de M. le colonel Crouzet, je ferai remarquer que je n'ai dit nulle part que l'application de la stéréoautogrammétrie fût restreinte à la « haute montagne ». J'ai insisté, au contraire, sur son extension à tous les terrains « *présentant quelques parties d'où l'on puisse avoir des vues suffisantes* », même si le terrain vu est très fuyant ou uni et sans détails, avantage précieux sur l'ancienne photogrammétrie. Contrairement à mon honorable contradicteur, j'estime que ces cas ne sont pas *très rares*, mais au contraire *très fréquents* en France ou ailleurs.

Quant à la précision des levers stéréoautogrammétriques, je n'ai pas voulu me placer sur le terrain trop commode des discussions théoriques ; je reste sur celui des faits et des *résultats*, estimant que c'est le seul qui convienne à l'égard d'une méthode sortie de la période de gestation et d'élaboration. J'ai donc donné aux lecteurs de la *Revue* le moyen de juger *sur pièces* et *par eux-mêmes* de cette précision, en comparant des levers de mêmes terrains exécutés à la même échelle par la nouvelle méthode et les anciennes (planches I et IV). J'ai en outre rappelé que la méthode est, depuis 1910, appliquée en grand, et à titre définitif,

par l'Institut géographique militaire autrichien et que notre Service géographique de l'Armée vient également de l'adopter après en avoir, à son tour, reconnu l'extrême précision. Je m'en tiens à cette démonstration.

En ce qui concerne la précision spéciale des levers *en plaine* mise en doute par mon honorable contradicteur, la planche I de mon étude a précisément pour objet de la mettre en lumière.

Je n'ai pas cru devoir entrer à ce sujet dans des détails trop techniques pour les lecteurs de la Revue, et encore moins dans l'examen de la *correction de l'erreur de niveau apparent* résultant, aux grandes distances, de la sphéricité de la Terre et de la réfraction atmosphérique. Je puis seulement rassurer M. le colonel Crouzet: les techniciens de l'Institut géographique militaire autrichien et de la « Stereographik » de Vienne effectuent cette correction depuis longtemps et sans difficulté, au cours même du tracé automatique des courbes de niveau.

Deux passages enfin sont spécialement incriminés: je n'ai pu découvrir le premier, désigné comme suit par mon honorable contradicteur : *p.* 244, 2e *col., lignes* 29 *à* 43, la page 244 n'ayant que 37 lignes. Dans le second (p. 249, 2e col., lignes 20 à 22), j'ai qualifié les chiffres des carnets tachéométriques d'*invérifiables*. Je maintiens cette affirmation, les erreurs provenant des fautes de lecture ou d'inscription échappant, en effet, à toute vérification au bureau pour la majorité des points cotés servant au tracé des courbes de niveau par interpolation dans un lever de quelque étendue. L'avantage incontestable de la nouvelle méthode réside ici dans le remplacement de l'opérateur avec toutes ses défaillances par l'opération et l'enregistrement mécaniques.

En résumé, si M. le colonel Crouzet a écrit en 1911 que « partout où les anciens procédés peuvent être mis en œuvre, l'avantage leur reste et que jusqu'ici rien dans leur domaine ne peut rivaliser avec eux à aucun point de vue », si aujourd'hui, après l'apparition du Stéréoautographe, non seulement il continue à ne pas trouver « *de motifs suffisants pour changer d'opinion* », mais il croit même devoir donner le caractère d'une sentence sans appel à ce jugement sur « l'emploi de la photographie, *peu importe sous quelle forme* », il me sera permis d'affirmer à mon tour que, dans le domaine de plus en plus étendu des cas où la nouvelle méthode peut s'appliquer, *domaine qui empiète tous les jours davantage sur le précédent*, aucun des anciens procédés ne peut lutter avec elle, ainsi que je crois l'avoir démontré.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Paul Corbin.

M. le Colonel Crouzet, auquel nous avons communiqué la lettre de M. Corbin tout en le priant de ne pas continuer une polémique sans intérêt pour la généralité de nos lecteurs, nous a réclamé, *usant de son droit de réponse*, l'insertion de la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

M. Corbin me fait dire ce que je n'ai pas dit, et oublie ce qu'il a dit lui-même; je ne suspecte pas sa sincérité, mais cela m'oblige à rectifier. Je tâcherai d'être bref, mais mon style pourra conserver des angles; je prierai vos lecteurs et M. Corbin de m'en excuser.

1° Il y a en effet une faute d'impression. Ce n'est pas p. 244, mais 246 (2e col., l. 20, etc.) qu'il trouvera la citation inutilement cherchée. Si, comme je l'ai interprété, ce sont nos errements qu'il a critiqués, je puis le rassurer. Ce qu'il blâme est tout le contraire de ce que j'ai fait pratiquer pendant dix-sept ans, et que j'avais reçu de mes maîtres il y a quarante-cinq ans, et je serais très surpris s'il m'était prouvé que l'on eût enseigné autre chose à Fontainebleau en 1884-86.

2° M. Corbin maintient son affirmation. Nos carnets sont *invérifiables* : « les erreurs provenant des fautes de lecture ou d'inscription échappent à toute vérification au bureau, pour la majorité des points cotés. » Au risque d'étonner vos lecteurs, je réponds que la solution de cette question troublante se trouve dans l'emploi des instruments à *chiffraison rationnelle* de Goulier, et des carnets *appropriés*, qui permettent à n'importe qui, par des combinaisons très simples des chiffres inscrits *sur le terrain*, de les contrôler au bureau. Sans entrer dans plus de détails, j'en ai longuement fait l'épreuve et d'autres après moi : ce sont des *faits*.

Du reste, il me paraît qu'il y a aussi des causes de fautes dans les opérations stéréoautographiques, puisque (p. 248, 2e col., 3e l.) M. Corbin parle de « *retravailler* » (*sic*) des clichés.

Je ne vois pas où j'aurais dit que les deux stations de l'objectif *devaient* être au même niveau (P. 244, 1re col.), ou que les bases *devaient* être petites, ou comment j'ai rendu une sentence sans appel, ou encore d'autres choses; il y a là des passages mal lus par M. Corbin et une interversion de membres de phrases, qui en altère la portée. Je suis obligé d'abréger.

M. Corbin me refuse le droit d'invoquer des *faits* rassemblés par moi et par d'autres; mais, d'autre part, il m'oppose d'une façon générale ceux qu'il a observés. « Je n'ai pas, dit-il, voulu me placer sur le terrain trop commode des discussions théoriques, je reste sur celui des faits et des *résultats*, estimant que c'est le seul qui convienne ». D'abord, quelle est la valeur d'un résultat?

M. X a, je suppose, déterminé les coordonnées d'un point, et pour l'une d'elles trouvé 54 mètres. M. Y opère de son côté et trouve 59 mètres; lequel s'est trompé? Jusqu'à preuve *évidente*, sans une discussion appropriée, la somme algébrique de leurs erreurs respectives est de 5 mètres, et c'est tout.

Jusqu'à quel point M. Corbin reste-t-il exclusivement dans le domaine des faits? Il nous a dit : 1° que l'erreur graphique est de l'ordre de 1/10 de millimètre; 2° que la base est mesurée à 1/1.000 près; 3° que l'erreur commise sur la mesure de la base se reporte proportionnellement sur les longueurs. J'accepte tout cela sans discuter. D'autre part 2 et 2 font 4. Avec *ses* données, je fais un petit calcul bien simple, d'où il résulte qu'à l'échelle de 1/25.000, pour ne pas risquer de dépasser l'erreur graphique tolérable, les opérations ne doivent pas s'étendre à plus de 2 km. 500 de la base, et M. Corbin nous affirme qu'on peut les pousser jusqu'à 15 et 16 kilomètres. Si c'est là une discussion théorique, je n'en suis pas l'auteur, et si mon calcul n'est pas erroné, la faute est à lui et non à moi de cette contradiction. Alors, au lieu de nous donner ces éléments, il aurait dû nous dire : voici l'instrument, la manière de s'en servir, avec lui vous êtes infaillible jusqu'à 15 et 16 kilomètres, et cela doit vous suffire.

Je passe sur l'erreur du niveau apparent; il manque là un détail d'appareil ou d'opérations, qui doit être extrêmement intéressant, mais que M. Corbin ne nous fait pas encore connaître.

Dans sa lettre, M. Corbin m'accuse de lui avoir fait dire que l'application de la stéréoautogrammétrie serait restreinte à la haute montagne. Ce n'est pas à lui que je l'attribue, c'est moi qui l'ai dit; je renvoie encore à son texte (*Revue*, p. 244, 2e col., l. 18 à 20, et surtout p. 251, 1re col., l. 47 et suiv.) où il reconnaît la défaillance du moyen devant les résistances de certains terrains de France, fort nombreux selon moi, très rares dit-il; et après avoir signalé cette défaillance il ajoute (P. 251, 2e col.) : « la solution dans ce cas serait le lever par voie aérienne », où l'objectif serait supporté par un *ballon libre* ou *captif*, ou par un train de cerfs-volants.

On a fait des levés de côtes, la base étant sur un cuirassé, suffisamment longue, et mesurée avec précision. Comment mesurera-t-on une base suffisamment

longue, séparant deux stations d'objectifs supportés par un ballon ou des cerfs-volants.

L'idée de lever *le cadastre* du haut de ballons n'est pas neuve, on n'a pas encore établi le devis de cette opération.

Et puis admettons que l'on ait fait ainsi des levés irréprochables. Etablit-on la carte d'un pays en juxtaposant des levés? L'expérience en a été faite par des gens très sérieux, elle a complètement échoué.

Entre les repères donnés par la triangulation, et les opérations du levé de M. Corbin, il y en a toute une série d'autres pour déterminer, non seulement la longueur des bases, ce qui ne suffit pas, mais les positions des stations en longitude, latitude et altitude; altitude surtout, non d'après la géodésie, parfaitement insuffisante pour cela, mais d'après le nivellement général du pays. Cette opération, *la plus importante* de beaucoup, est inconnue des non-techniciens, peut-être parce que son introduction nécessaire ne remonte pas avant 1863; elle se retrouve dans tous les levés de grande étendue, sous une forme ou une autre.

M. Corbin n'en parle pas, mais de son silence, de la tachéométrie qu'il indique en passant, nous pouvons induire que c'est là son moyen. Or, la tachéométrie est un des moyens de l'ancienne topographie, nous le répétons, dans *la partie la plus importante* de ses opérations, et, puisque la nouvelle topographie en reste tributaire, nous pouvons conclure que la vieille a encore de longs jours à vivre.

J'ajoute que l'article du 30 mars soulève des questions fort graves, comme celle de l'instruction des officiers, questions qui ne sont pas si faciles à résoudre, et que je n'ai pas voulu aborder.

Veuillez, monsieur le Directeur, agréer...

E. Crouzet.

Nous pensons que nos lecteurs sont suffisamment éclairés sur les mérites de la stéréoautogrammétrie et la portée des critiques qu'on peut lui adresser. Nous considérons donc cette discussion comme close en ce qui nous concerne. (N. de la Réd.)

§ 3. — Physique.

Réflexion sélective produite par les solutions dans l'infra-rouge. — Certaines considérations théoriques de Drude conduisent à regarder les raies d'absorption dans l'ultra-violet comme produites par des particules de la grandeur d'un électron, tandis que les bandes de l'infra-rouge seraient dues à des particules ayant une masse de l'ordre de grandeur de la molécule.

En accord avec cette théorie, les recherches de divers auteurs (Pfund, Morse, Langford et surtout Coblentz) ont établi que le mécanisme producteur des maxima d'absorption dans l'infra-rouge fournis par les sels réside dans le radical acide. Les sels dérivés d'un même acide ont des maxima d'absorption caractéristiques, dont les positions dépendent plus ou moins du radical électro-positif. Des recherches plus approfondies ont montré qu'un changement du radical électropositif produit une variation de la période de vibration : un accroissement du poids moléculaire entraîne un déplacement des bandes d'absorption vers les grandes longueurs d'onde. Plusieurs formules ont été proposées pour relier le déplacement au poids moléculaire, mais aucune ne semble générale.

Quand le coefficient d'absorption a une très grande valeur, comme c'est le cas pour la plupart des cristaux et pour l'eau dans le spectre infra-rouge, l'étude du *pouvoir réflecteur* fournit un moyen précieux pour déceler les variations de position et d'intensité des bandes d'absorption, moyen qui a été utilisé pour la première fois par Rubens et Nichols en des recherches classiques.

Dans un mémoire récent[1], M. A. K. Angström donne les résultats de quelques mesures qu'il a faites sur la réflexion sélective de l'eau, en vue de mettre en évidence les légères variations produites dans les périodes propres de vibration par la dissolution de différents composés. Ces observations sont en relation étroite avec le problème du rôle des solvants dans les solutions, problème abordé depuis plusieurs années par H. C. Jones et ses élèves. Les expériences de Guy, Shaeffers et Jones indiquent que, sous certaines conditions, on observe un déplacement des bandes spectrales du solvant vers les grandes longueurs d'onde quand augmente la concentration de la substance dissoute. Le pouvoir absorbant de la solution est quelquefois considérablement inférieur au pouvoir absorbant de l'eau présente dans la solution : c'est ce qui se présente, en particulier, lorsque la substance dissoute est un sel fortement hydraté, et les auteurs cités pensent que les variations observées dans la position et l'intensité des bandes d'absorption sont dues à une réaction chimique qui se produit dans la solution, une partie de l'eau se combinant avec la substance dissoute pour former des hydrates. Une telle hypothèse est évidemment d'accord avec les faits observés. Cependant M. G. H. Levens a fait récemment remarquer que les résultats obtenus par Guy, Shaeffers et Jones peuvent être reliés à la théorie de l'absorption et de la dispersion donnée par Lorentz, sans qu'il soit besoin de formuler aucune hypothèse sur les changements intramoléculaires produits dans la solution. Cette remarque est d'un très grand intérêt; il n'en reste pas moins, au point de vue physique, qu'il semble difficile d'expliquer dans ces conditions pourquoi les variations que l'on signale se produisent d'une façon notable dans le cas seulement où la substance dissoute est un sel fortement hydraté.

M. Angström a étudié l'influence des substances dissoutes sur la bande de l'eau de longueur d'onde 3 μ, qui donne naissance à un maximum de réflexion très caractérisé pour 3,18 μ. (L'absorption de l'eau dans cette région est telle qu'une couche de 3 μ d'épaisseur absorbe presque totalement les radiations incidentes et il est préférable d'utiliser les propriétés réflectives). Voici les résultats observés:

Le maximum de réflexion de 3,20 μ est déplacé vers les grandes longueurs d'onde quand on dissout des sels fortement hydratés comme le chlorure de calcium et le chlorure de strontium; il n'y a aucun déplacement appréciable avec le chlorure de sodium, le sulfate de soude, l'azotate de potasse et le sulfate de cuivre; les bases fortes, donnant un hydrate réel dans la solution, comme la soude et la potasse, produisent des variations considérables.

L'étude de l'acide sulfurique donne lieu à quelques remarques intéressantes. Avec l'acide concentré on observe un maximum de réflexion vers 3,55 μ qui correspond à une bande d'absorption située vers 3,20 μ ; or cette bande se rencontre dans tous les composés qui renferment le groupement oxhydrile OH, ce qui semble indiquer que, dans les molécules d'acide *non dissociées*, l'hydrogène et l'oxygène sont combinés de façon à présenter les propriétés optiques du radical OH. Quand l'acide est dissous dans un solvant doué de propriétés ionisantes comme l'eau, ses molécules sont dissociées en ions SO^4H et H, et finalement SO^4 et 2 H ; le groupement OH ne peut plus exister. Corrélativement, l'expérience montre que le maximum de réflexion observé sur l'acide concentré vers 3,55 μ s'atténue et finit par disparaître. A. B.

Conditions électriques pour le passage du spectre de l'arc au spectre de l'étincelle. — La Rosa avait signalé que le spectre d'un arc constant pouvait, suivant le rapport entre la self induction et la capacité du circuit dérivé, présenter les caractères d'un spectre d'arc ou d'un spectre d'étincelle.

[1] *Physical Review*, janvier 1914.

M. Ludewig[1] a étudié des arcs chantants ou des séries d'étincelles produits dans diverses conditions. Il arrive aux conclusions suivantes :

Dans un arc chantant ou dans une suite continue d'étincelles, la production d'un spectre d'étincelle n'est pas liée à l'existence d'une différence de potentiel élevée ou d'une décharge oscillante. Il y a spectre d'étincelle chaque fois que la courbe du courant présente une montée brusque suivie d'une période assez longue pendant laquelle le courant est nul. La période de passage du courant doit être inférieure à 10^{-4} seconde pour qu'on obtienne un spectre d'étincelle. Il y a, du reste, entre le spectre de l'arc proprement dit et le spectre de l'étincelle, une série d'états intermédiaires par lesquels on passe suivant la durée de la décharge. Il est probable que, lorsque la décharge est rapide, la masse d'air dont la température s'élève est faible et, par conséquent, l'élévation de température plus élevée.

§ 4. — Électricité industrielle.

Nouveau perfectionnement de la télé-photographie Korn. — Dans une conférence récemment faite devant la Société des Electriciens, à Berlin, le Professeur A. Korn a rendu compte d'un nouveau perfectionnement de sa méthode de télé-photographie au sélénium, applicable désormais aux transmissions câblo-télégraphiques.

On sait que la méthode Korn repose sur la propriété que présente le sélénium de changer de résistance électrique suivant l'intensité de l'éclairage auquel on le soumet. Le cliché à transmettre, sous la forme d'un film photographique, ayant été enroulé sur un cylindre en verre, on concentre, au moyen d'un système optique, la lumière d'une lampe Nernst sur un élément du cliché : la lumière, pénétrant à travers le film et le cylindre de verre, va tomber sur une pile à sélénium, laquelle reçoit ainsi une quantité de lumière plus ou moins grande, suivant le degré de transparence de l'élément en question. On n'a plus qu'à lancer le courant d'une batterie constante, à travers la pile à sélénium, vers un poste de réception situé à distance, pour voir l'intensité du courant d'arrivée modifiée d'accord avec les tonalités des différents éléments du cliché. Le cylindre transmetteur, mis en rotation uniforme, se déplace un peu à chaque tour suivant la direction de l'axe du cylindre, de telle sorte que les éléments du cliché sont, un à un, explorés et reconstitués photographiquement à la station de réception, grâce aux courants arrivant au récepteur. Nous avons décrit autrefois les détails du procédé, le galvanomètre à corde employé pour les reproductions photographiques, le compensateur servant à réduire l'inertie du sélénium, etc.

Cette méthode a permis, en 1907-1909, de fréquentes transmissions télé-photographiques, entre Berlin et Paris, Paris et Londres, Londres et Manchester, Berlin et Copenhague, Copenhague et Stockholm. C'est surtout le quotidien illustré *Daily Mirror* qui s'est souvent servi de ce procédé, pour publier, à Londres, dans son édition du matin, des clichés de Manchester ou de Paris, qui, expédiés par la poste, ne seraient arrivés à temps que pour le numéro du lendemain.

L'inconvénient inhérent à cette méthode, à savoir la faible intensité des courants de ligne (1 milli-ampère au maximum) et le risque de perturbation par les courants voisins, engagèrent M. Korn à l'abandonner temporairement et à étudier, en collaboration avec le Professeur B. Glatzel, une méthode télautographique indépendante du sélénium, laquelle lui donna d'excellents résultats pour la transmission non seulement d'écritures et de croquis, mais d'autotypies fort riches en détails.

Or, les expériences faites, ces temps derniers, en collaboration avec un jeune ingénieur italien, M. St. Carazzolo, ont permis à M. Korn de donner à sa méthode primitive au sélénium une forme perfectionnée, sous laquelle elle n'est pas seulement à l'abri des perturbations autrefois possibles, mais se prête aux longues transmissions câblo-télégraphiques, par exemple à travers l'Atlantique. Si les temps de transmission et les frais de service se trouvent augmentés par la capacité plus grande des conducteurs, les transmissions sont, en revanche, possibles dans tous les cas et avec toute la précision désirable.

Pour renforcer les courants de ligne, M. Korn se sert de la propriété que possèdent les étincelles des courants à haute fréquence (courants de Tesla) d'amorcer des arcs voltaïques. Les faibles courants de ligne parcourent un galvanomètre à aiguille très sensible, lequel dirige les courants à haute fréquence vers les différents éclateurs ; chaque éclateur correspond à une position de l'aiguille galvanométrique, c'est-à-dire à une tonalité donnée. A chacun des éclateurs on a appliqué, en parallèle, une tension qui, à l'arrivée des étincelles Tesla, produit un arc à courant intense sur l'éclateur. Ainsi chaque position de l'aiguille galvanométrique, c'est-à-dire chaque tonalité, correspond à un arc donné ; c'est un circuit donné à courants intenses qui est fermé, et ces courants se prêtent à tous les emplois. On en lance une partie directement dans la ligne, ou l'on fait, de préférence, produire à ces courants intenses une bande perforée, représentant le cliché et d'où celui-ci pourra être transmis à la station d'arrivée, à la vitesse admise par la ligne. On peut enfin préparer aussi avec les courants intenses accompagnant les graduations des séries de caractères, expédiées comme télégrammes ordinaires et qui, à la station d'arrivée, serviront à reconstituer le cliché.

Cette méthode se prête aussi à la transmission radiotélégraphique des photographies ; elle permet également de rendre les clichés visibles à distance, en disposant un grand nombre d'arcs tournants (100 par exemple) et en leur assignant, au moyen de styles explorant le cliché et de relais à courants faibles, les étincelles Tesla destinées à déclencher les arcs.

Alfred Gradenwitz.

Le train volant de M. Bachelet. — On a beaucoup parlé en ces derniers temps dans les journaux anglais d'un nouveau système de traction électrique, dû à l'inventeur M. E. Bachelet et baptisé du nom de système du train volant.

La méthode imaginée par M. Bachelet consisterait à faire usage de véhicules à plancher métallique soutenus en l'air, au-dessus d'un certain nombre d'électro-aimants excités au moyen du courant alternatif; les convois seraient placés à l'intérieur d'une suite de solénoïdes, mis successivement en circuit au moment voulu; les électro-aimants provoqueraient le soulèvement du convoi, qui flotterait ainsi dans le tunnel formé par les solénoïdes; ceux-ci assureraient la propulsion.

L'avantage du procédé, d'après l'inventeur, serait de supprimer les frottements et de permettre d'arriver à des vitesses de marche considérablement plus élevées que celles en usage aujourd'hui; M. Bachelet parle, par exemple, de vitesses de 500 kilomètres à l'heure.

Le premier phénomène sur lequel s'appuie M. Bachelet est connu depuis longtemps. Dès 1887, M. le Professeur Flemming a reconnu et montré les curieux effets qu'un électro-aimant excité par le courant alternatif exerce sur un disque ou un anneau métallique; la même année, le Professeur Elihu Thomson a décrit cette expérience dans ses études sur de nouveaux phénomènes du courant alternatif; son appareil a figuré à l'Exposition de Paris, en 1889. Les expériences de la lévitation magnéto-électrique sont d'ailleurs classiques aujourd'hui.

[1] *Ann. der Physik*, t. XLII, p. 613, 1913.

Quant à l'idée de faire avancer le système au moyen de solénoïdes, elle n'est pas davantage nouvelle: c'est une simple appropriation du principe des électro-aimants à noyau plongeur; pour n'en rappeler qu'une application absolument identique à celle envisagée par M. Bachelet, il suffira de faire mention du canon électromagnétique proposé à différentes époques, et notamment par MM. Birkeland, Pouteaux, Mayor, etc. Aucun de ces dispositifs ne put être autre chose qu'un jouet et l'on a fait justice des prétentions un peu excessives de certains de leurs inventeurs; ils n'en firent pas moins beaucoup de bruit en leur temps.

Quelle est la valeur pratique du système Bachelet, quelles sont ses possibilités d'avenir? Dans l'état actuel, elles paraissent très médiocres, et l'on est en droit de se demander si l'inventeur a apprécié les difficultés des problèmes qu'il a délibérément laissés de côté, comme étant accessoires dans l'élaboration de son projet.

La revue anglaise *Electrician* fait remarquer à ce sujet que, tout d'abord, la puissance qu'il faudrait pour maintenir le convoi suspendu dans l'air est certainement énorme; « dans l'installation modèle que M. Bachelet a exécutée, le véhicule exhibé pèse 18 kilos et, pour le soulever, huit électro-aimants au moins doivent être excités simultanément; or chacun d'eux absorbe un courant de 18 ampères sous 210 volts ».

D'autre part, s'il est exact que l'on pourrait théoriquement annuler totalement les frottements sur les voies, pratiquement il ne serait pas possible de les faire disparaître complètement; un rail de guidage serait certainement indispensable pour maintenir le système en équilibre et ce rail introduirait inévitablement une certaine résistance.

D'ailleurs, on ne doit pas perdre de vue — et c'est ce que M. Bachelet semble faire assez légèrement — qu'aux hautes vitesses, la plus grande partie du travail dépensé dans la traction d'un convoi est représentée par la dépense qu'occasionne la résistance de l'air.

Il n'est pas impossible que le procédé Bachelet, ramené à des formes plus modestes que celles qu'on lui prête, ait quelque utilité pour les transports postaux, dans les grands centres, dans des établissements commerciaux, etc. H. M.

§ 5. — Hygiène publique.

L'hygiène et les poussières dans le Métropolitain de Paris. — A la suite d'un vœu de la Commission d'Hygiène du XVIIe arrondissement, tendant à ce que la Compagnie du Métropolitain substituât au « balayage de ses gares, dégagements, escaliers et parois un système approprié pour éviter la dispersion des poussières contaminées et leur inhalation par les voyageurs », le Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine, sur la demande du Préfet de Police, avait nommé le 29 avril 1910 une Commission chargée d'étudier l'efficacité des mesures prises pour assurer le nettoyage et la désinfection des ouvrages souterrains du réseau du Métropolitain.

Cette Commission vient de déposer son rapport, qui a fait l'objet d'une très intéressante discussion à la séance du 17 avril du Conseil d'Hygiène publique.

M. A. Kling, directeur du Laboratoire municipal, avait été chargé par la Commission de faire l'examen des poussières des voitures, tunnels et stations des lignes de chemin de fer Métropolitain et Nord-Sud. Les recherches ont porté à la fois sur la composition et la quantité des poussières en suspension dans l'air des tunnels et stations ou déposées sur leurs parois.

Pour le Métropolitain, la composition moyenne de tous les prélèvements est la suivante : fer métallique, 46 %; oxyde de fer, 14,57 %; cuivre, traces; chaux et sulfate de chaux, 12,10 %; matières grasses, 1,12 %; eau et matières organiques, 12,60 %. Pour le Nord-Sud, elle diffère sensiblement : fer métallique, traces; oxyde de fer, 8 %; silice, 20 %; sulfate de chaux, 27 %; eau et matières organiques, 45 %.

Les quantités de poussières, qui se déposent, en des points choisis dans des conditions aussi comparables que possible, varient également dans de grandes proportions; pour des surfaces égales et en des temps égaux, elles sont de 8 à 16 milligrammes dans le Nord-Sud et de 20 à 80 milligrammes dans le Métropolitain.

Ces différences de composition et de quantités sont en relations étroites tout d'abord avec l'*usure du matériel* (rails et sabot de freinage). Dans le Métropolitain, les rails sont en acier ordinaire; dans le Nord-Sud, en acier durci, beaucoup plus résistant. Dans le Métropolitain, les sabots sont en fonte, tandis que dans le Nord-Sud ils ne sont point métalliques, mais en agglomérés de corde et de goudron, lesquels donnent par leur usure la grande proportion de matières organiques relevées plus haut.

D'autre part, la quantité de poussières en suspension dans l'air des tunnels peut être considérablement modifiée soit par l'*aération*, qui dépend du nombre des bouches de ventilation, soit par la *fixation*, tant *spontanée* (par l'huile destinée à la lubréfaction des motrices qui dégoutte le long des voies) que *provoquée* (par l'arrosage du sol des quais et celui du ballast au moyen d'un lait de chaux; ce dernier, tel qu'il est pratiqué par la Compagnie du Métropolitain, est tout à fait insuffisant).

Les bactéries véhiculées par les poussières des tunnels et des quais sont en nombre considérable et appartiennent aux espèces les plus diverses. Divers moyens ont été employés par les Compagnies pour stériliser ces poussières aux stations, sur les voies et dans les voitures, pour les fixer même au besoin sur place; mais la destruction des germes s'est montrée très imparfaite.

Il ne semble pas, par contre, qu'on procède nulle part à l'enlèvement des poussières, et pourtant, d'après le rapporteur de la Commission, M. Duguet, celui-ci s'impose bien plus encore qu'une stérilisation. Il est inadmissible, en effet, qu'on continue à rejeter les poussières du balayage sur le ballast, d'où elles sont rejetées dans l'atmosphère au passage du premier train. Il faut que les poussières soient enlevées soigneusement, à l'aide d'un produit qui les fixe; le plus efficace paraît actuellement la sciure de bois, soit humide, soit enduite d'huile de pétrole ou de vaseline et mélangée de sable. En outre, il est de toute nécessité que les poussières et la sciure de bois qui les aura entraînées soient emportées à l'extérieur du tunnel et détruites par le feu ou autrement. Cette dernière méthode est employée avec succès par la Compagnie du Nord pour le nettoyage de la gare de Paris; elle est très peu coûteuse.

A la suite du Rapport de M. Duguet, le Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité a adopté les vœux suivants :

1° Il y a lieu de multiplier le plus possible les bouches d'aération, ainsi que cela a déjà été fait dans une partie du Nord-Sud;

2° Que les rails en acier ordinaire, dans le Métropolitain, soient remplacés par des rails en acier durci, tout au moins au niveau et au voisinage des stations;

3° Que partout, dans le Métropolitain, le sabot métallique soit remplacé par le sabot de corde et goudron ou quelque matière analogue présentant les mêmes avantages;

4° Que le ballast actuel, au voisinage et au niveau des quais, soit remplacé ou recouvert par un dallage uni;

5° Que le balayage à sec ou autre soit *immédiatement* supprimé pour faire place au nettoyage à la sciure de bois humide, pratiqué chaque nuit, avec enlèvement consécutif de cette sciure, sans supprimer certains arrosages qui peuvent, par places, avoir leur utilité.

EDUARD SUESS (1831-1914)

Eduard Suess, membre et ancien président de l'Académie impériale des Sciences de Vienne, doyen des Associés étrangers de l'Académie des Sciences de Paris, s'est éteint, doucement et sans souffrances, à l'âge de 83 ans, dans la nuit du 25 au 26 avril 1914, à Vienne, en son modeste appartement de l'Afrikanergasse. Sa mort met en deuil les géologues et les géographes de la terre entière, car tous regardaient vers lui comme vers le Maître dont l'autorité est souveraine et l'intuition presque infaillible; et il n'en est pas un, parmi eux, qui, de quelque façon, n'ait été son disciple, et n'ait reçu de cet homme de génie, avec les idées directrices et la sûre méthode, le goût des vastes problèmes et l'enthousiasme indispensable aux recherches persévérantes.

Il était né le 20 août 1831, à Londres, dans une famille juive, momentanément venue d'Autriche en Angleterre, et qui ne devait point tarder à retourner en Autriche. Son père était un commerçant, volontiers nomade comme tant d'autres de sa race. Si l'on veut bien comprendre Eduard Suess, on ne doit jamais oublier cette origine. L'homme appelé à nous montrer et à nous expliquer la face de la Terre; à nous conduire, comme par la main, le long de tous les rivages et dans le dédale de toutes les montagnes de la planète; à faire de nous des citoyens d'une humanité plus vaste que toutes les patries et plus durable que toutes les histoires; cet homme appartenait — symbole admirable ! — au Peuple aîné, à la Nation élue, à qui l'universelle suprématie fut jadis promise, et que nous voyons maintenant errer sans trêve, sur les routes douloureuses, promenant, à travers les continents et les océans de la Terre, son interminable et inconsolable exil.

Le jeune Eduard étudia d'abord à Prague, puis à Vienne, et se fit remarquer de très bonne heure par son goût des fossiles, des minéraux et des pierres. Ce goût devint bientôt une passion irrésistible. Dès 1852, n'ayant encore que vingt et un ans, Eduard était nommé Assistant au Hofmineralienkabinett de Vienne, sorte d'école pratique de Géologie et de Minéralogie installée dans les bâtiments de la Hofburg : sa carrière scientifique était commencée. Une première note, sur les Graptolites de la Bohême, parut en cette même année 1852. En 1854, il publia un mémoire sur les Brachiopodes des couches de Kössen, et, en 1855, une étude sur les Ammonites des couches de Hallstatt. C'était une orientation très décidée vers la Paléontologie, et même vers la Paléontologie la plus philosophique, celle qui cherche à reconstituer la filiation des êtres vivants et à saisir les lois de leur évolution mystérieuse.

Malgré les qualités brillantes qui éclataient dans ces premiers essais, l'Université de Vienne ne s'empressa point d'ouvrir ses portes au nouveau paléontologiste; et les difficultés qu'il rencontra sur le chemin de la *Dozentur* faillirent plus d'une fois le décourager, et le rejeter au négoce où sa famille eût été heureuse de lui faire une place. Le succès vint cependant, en 1857, et Eduard Suess fut désigné comme professeur extraordinaire de Paléontologie à l'Université. Il garda ces fonctions jusqu'en 1862. La mort de Zippe ayant alors rendu vacante la chaire de Géologie, il prit place dans cette chaire, d'abord comme professeur extraordinaire, puis, en 1867, comme professeur ordinaire. Le paléontologiste se transforma peu à peu en un géologue; et ce géologue, successivement préoccupé de stratigraphie locale, aux environs immédiats de Vienne, ensuite de stratigraphie alpine, allait se tourner vers les Alpes et devenir, par la contemplation prolongée de cette grande chaîne de montagnes, le maître de la géologie structurale et, un peu plus tard, le maître incontesté de toute la géologie.

Eduard Suess possédait au suprême degré les qualités qui font le professeur digne de ce nom, et même celles qui font le grand orateur : la noblesse de l'attitude, la beauté et la gravité de la physionomie, la douceur et la chaleur de la voix, l'aisance de la parole et l'abondance des images; la perpétuelle tendance à l'essor, au large envol sur les sommets de la philosophie, dans ces hautes sphères où l'on domine les brumes, où le bruit des conflits humains n'arrive plus; le don d'animer ce que l'on touche et, par la splendeur de la forme et l'enthousiasme du débit, de faire vivre les idées et les choses; enfin l'amour de convaincre, d'instruire, de gagner à soi et de posséder pleinement son auditoire. Dès les premières années de son cours, le professeur devint célèbre. On se pressait à l'amphithéâtre; on le suivait en foule aux excursions qu'il dirigeait aux environs de Vienne. Sa réputation s'étendait dans toute la ville. Son livre sur le sous-sol viennois, *Der Boden der Stadt Wien*, paru en 1862, révélait une nouvelle façon de considérer la géologie et de l'enchaîner à la géographie humaine et à la sociologie : dans le titre même, il était question des rapports entre la formation et la composition du sous-sol et la vie des citoyens. Ce livre passa bientôt des milieux scientifiques dans les milieux de culture moyenne et décida

de la carrière politique d'Eduard Suess : car il eut, parallèlement, deux carrières, l'une dévouée à la science la plus haute et la plus désintéressée, l'autre de citoyen ardent, défenseur passionné des intérêts municipaux et des libertés politiques. Ce fut en 1863, moins d'un an après la publication de *Der Boden der Stadt Wien*, qu'il entra au Conseil municipal de Vienne ; il y resta dix années consécutives. Démissionnaire en 1873, il y rentra en 1882, pour ne quitter définitivement le Conseil qu'en 1886. En 1873, il avait été élu député ; et, pendant de longues années, il fut, à la Chambre autrichienne, l'un des orateurs de la Gauche, l'un des adversaires les plus résolus du parti ultramontain, l'un des chefs du parti libéral, du Fortschrittspartei.

On a quelque peine, aujourd'hui, à croire que l'homme qui écrivait, en 1875, *Die Entstehung der Alpen*, et, de 1878 à 1883, le premier volume de *Das Antlitz der Erde* — ces livres dont le principal caractère est la sérénité, — soit le même homme qui, simultanément, s'acharnait aux luttes parlementaires et terrifiait les adversaires par la vivacité de ses attaques et la promptitude de ses ripostes. L'identité du grand savant et de l'homme politique reparaissait, toutefois, dans les discours de ce dernier. A chaque instant — disent ceux qui l'ont entendu à la Chambre, — son éloquence se muait en une sorte de poésie à lui, sans analogue ni précédent, une poésie où l'on voyait passer la Terre et le Monde et où l'on entendait quelques accords de l'harmonie universelle. Tantôt, par exemple, il comparait la brusque éclosion de gloire et d'influence des vieilles Universités anglaises à la soudaine apparition dans le ciel, en un point jusqu'alors obscur du firmament constellé, d'une étoile nouvelle, telle que *Mira Cœli*, dont la lumière, inattendue, existait pourtant depuis des siècles et marchait vers nos yeux, dans l'espace insondable. Tantôt, voulant parler de ce cortège de grandes pensées et d'idées généreuses qui voyagent de nation en nation, améliorant partout les hommes, il décrivait, à l'assemblée étonnée et muette, ce récif isolé, à l'extrême pointe de l'Amérique du Sud, où les navigateurs ont placé un tonneau qu'aucun pavillon n'abrite et qui n'appartient à personne. Chaque bateau qui passe détache, vers ce rocher perdu, une embarcation ; et les matelots qui la montent vont placer dans le tonneau les lettres à destination de leur patrie, et prendre les lettres qu'ils y trouveront et qui porteront l'adresse des pays vers lesquels ils voguent. Les lettres des marins se promènent ainsi d'escale en escale, sans que personne les dirige : et elles s'en vont, lentement, mais sûrement, vers leur but lointain. De telles images, une telle façon de parler aux hommes, appartiennent en propre à Eduard Suess : c'est son style ; et jamais aucun style ne fut plus personnel que le sien.

Le nom d'Eduard Suess restera toujours attaché, dans la mémoire des Viennois, à deux grandes œuvres municipales : l'adduction des eaux potables et la régularisation du Danube. On dit encore, à Vienne, « l'eau de Suess », quand on exalte, devant un étranger, la pureté et la fraîcheur de l'eau distribuée dans l'immense ville et qui a remplacé, depuis 1873, les eaux malsaines du Danube et de la nappe. C'est justice : Suess ayant, le premier, indiqué les sources qui convenaient — des sources de montagne, venues au jour en pleine région alpine, non loin du Schneeberg, sur les confins de la Styrie et de la Basse-Autriche, — et ayant lutté avec une inlassable énergie, de 1863 à 1866, devant le Conseil municipal, pour faire adopter le projet de captage et d'adduction. Il fallut encore sept ans pour l'exécution des travaux ; et ce fut seulement le 24 octobre 1873 que l'eau nouvelle commença de jaillir au Hochstrahlbrunnen de la place de Schwartzemberg, saluée par les cris de joie du peuple de Vienne. Le bon peuple avait grandement raison d'applaudir : la mortalité, dans la ville, allait, presque brusquement, diminuer de moitié. Quant à la régularisation du Danube, elle s'acheva en 1875 par l'ouverture au fleuve d'un nouveau lit, allant de Nussdorf à Stadlau : c'était, aux yeux de Suess, un très petit commencement d'une œuvre gigantesque, par laquelle le Danube doit être, un jour, régularisé à travers tout l'Empire, depuis Passau jusqu'aux Portes de fer ; mais ce commencement, qui était dû à Suess plus qu'à tout autre, avait déjà une grande utilité. Il protégeait la vie et la propriété des populations riveraines du fleuve, rapprochait du centre de la capitale la plus belle route fluviale de l'Autriche, et permettait la création et le développement, tout le long du lit régularisé, d'un faubourg nouveau, aménagé et outillé pour le commerce et l'industrie.

Même après sa retraite des affaires, et jusque dans les dernières années de sa vie, Eduard Suess devait continuer de s'intéresser aux luttes municipales et politiques. Il resta toujours le citoyen de Vienne, dans toute la force de ce beau mot de citoyen. Chaque année, dans la nuit du 31 décembre au 1er janvier, il avait coutume de faire, avec quelques amis politiques, le pèlerinage de la Reichsbrücke, pour boire, au-dessus des eaux limoneuses qui fuyaient comme les années fuient, un verre de vin à la gloire et à la prospérité de la Ville, sa Ville, l'un des principaux objets de sa pensée. Mais qui donc aurait pu dire comment, dans cette vaste intelligence, la pensée se partageait, et quelle fraction allait à la Ville, quelle autre à l'Empire quelle autre à la Terre, quelle autre au Monde ?

* * *

En même temps que sa carrière politique, la carrière scientifique de Suess se développait, tout aussi brillante, tout aussi féconde, semblait-il, que si la première n'eût pas existé. Il publia en 1866 un mémoire sur le Loess; en 1869, ses Remarques sur le gisement du sel près de Wieliczka; en 1871, une étude sur les faunes continentales tertiaires de l'Italie centrale; en 1872, son livre sur la structure de la péninsule italienne; en 1875, son *Entstehung der Alpen* (l'origine des Alpes); en 1877, ses considérations sur les tremblements de terre de l'Italie du Sud, et une petite brochure, *Die Zukunft des Goldes* (l'avenir de l'or). A partir de 1878, il commença d'écrire *Das Antlitz der Erde*; et ce fut un labeur ininterrompu de trente ans. Il resta professeur de Géologie à l'Université jusqu'en 1901, soit, au total, pendant trente-neuf années. En 1901, il demanda sa mise à la retraite. D'abord remplacé par Uhlig, l'un de ses meilleurs élèves, il eut encore, après la mort d'Uhlig, la consolation de voir son propre fils, Franz-Eduard Suess, prendre possession de cette même chaire de Géologie. L'incomparable joie de la survie par un fils qui continue l'œuvre paternelle, et que l'on sait digne de soi, cette joie, qu'ont connue bien peu d'hommes de génie, ne lui fut point refusée.

Il était depuis longtemps membre de l'Académie impériale des Sciences quand, en 1893, il en devint le vice-président. En 1899, il fut élu président de l'illustre Compagnie, et garda cette dignité pendant douze ans. Nommé correspondant de l'Académie des Sciences de Paris en 1889, il prit place, dans le courant de 1900, parmi les Associés étrangers, succédant à Frankland. Les honneurs affluaient, au fur et à mesure qu'augmentaient l'autorité et la réputation; l'homme restait modeste, indifférent aux titres, dédaigneux de la richesse, volontairement enchaîné à la vie familiale, austère et simple; l'âme fermée aux ambitions personnelles, ouverte seulement aux idées nobles, au culte désintéressé de la Science, à l'amour des concitoyens et de tous les hommes, aux tendres affections qui naissent et éclosent dans l'atmosphère du foyer domestique.

Vie admirable, digne d'être heureuse, et qui le fut en effet, dans la mesure, du moins, où un homme de si grande compréhension peut être heureux! Eduard Suess a connu l'indicible douceur de l'existence paisible, au milieu d'une famille nombreuse et étroitement unie. Cette existence a ses heures de deuil, mais qui ne vont point sans consolation et qui n'apportent jamais avec elles la désespérance. Il a vu grandir autour de lui six enfants et, plus tard, de nombreux petits-enfants; et, dans ce cercle de famille, délicieusement intime, quand il cessait de travailler, de penser, d'enseigner, quand il s'interrompait de causer ou de sourire, il n'avait qu'à prêter l'oreille aux rumeurs du dehors: parmi ces rumeurs, où il y avait, sans doute, les bruits indifférents de la grande ville, une rumeur venait, qu'il connaissait bien pour l'avoir entendue dès sa jeunesse, la rumeur de gloire. Gloire discrète et durable, faite d'une acclamation universelle; faite de l'admiration unanime de tous ceux qui, sur la terre, cultivent la même Science, s'intéressent aux mêmes problèmes, ont le même Idéal; traduite, à chaque instant, par l'arrivée d'une lettre aux pages enthousiastes, d'un livre portant une dédicace enflammée, d'un visiteur qui se présente avec l'attitude pieuse, recueillie et reconnaissante d'un pèlerin plein d'amour au seuil de quelque sanctuaire d'autrefois.

La fin fut digne de toute la vie, et se prolongea, lente, calme et splendide comme « le soir d'un beau jour ». Jusqu'au printemps de 1913, le vieux Maître demeura en bonne santé; et l'âge, qui ne devait jamais toucher à son intelligence, ne touchait que timidement, et comme à regret, à ses forces. La vieillesse, chez lui, ne se trahissait que par l'hésitation et l'embarras de la marche. Une fois assis, il reparaissait tel qu'on l'avait vu dix ou douze ans auparavant, presque jeune d'aspect, avec sa belle figure grave, un peu pâlie, ses yeux magnifiques où l'on croyait saisir le reflet des océans sans limites et qui vous regardaient, émus et tendres, jusqu'au fond de l'âme. Il se mettait à parler, de sa voix profonde, expressive, admirablement nuancée, où les éclats s'étaient éteints des anciennes passions et des anciennes colères, et où il ne restait plus que des sonorités voilées et des frémissements discrets. Alors, dans le cercle des auditeurs, un frisson passait et l'attention devenait prodigieuse : on aurait voulu ne perdre aucune parole, aucun accent; on aurait voulu fixer cet instant d'un prix inestimable, dans ce fleuve de la durée qui ne s'arrête jamais, hélas! Ainsi nous le vîmes en 1903, au Congrès géologique de Vienne, se tenant à l'écart des séances et des réceptions officielles, mais accueillant volontiers ses amis de tout pays, et, avec une prédilection marquée, ses amis de France. Ainsi nous le revîmes encore, neuf ans plus tard, en août 1912, à Innsbruck, venu tout exprès de sa villégiature hongroise pour présider à la réunion des géologues des Alpes, à la fête centrale de l'excursion organisée par la Geologische Vereinigung. Ce fut la dernière manifestation de son activité scientifique. Ne convenait-il pas que ce dernier effort fût fait, par l'auteur de *Die Entstehung der Alpen*, en

faveur de la géologie des Alpes et en présence des chercheurs par qui les Alpes sont devenues plus claires? Entre temps, en 1905, Eduard Suess avait séjourné quelques semaines dans la Basse-Engadine; et, de ce voyage de 1905, le dernier où il ait pu faire, *sur le terrain*, quelques promenades à pied, marteau en main, et quelques observations personnelles, il avait rapporté une adhésion pleine et entière à la doctrine des *grandes nappes*, adhésion bientôt formulée dans une note à l'Académie des Sciences de Vienne, *Das Inntal bei Nauders*, et affirmée plus nettement encore, en 1909, dans le dernier volume de *Das Antlitz der Erde*. Maintenant, en 1912, les controverses étaient closes; et notre réunion, à Innsbruck, gaie et fraternelle, avait un caractère presque triomphal.

Journée incomparable ! Je vois encore la séance du matin, dans l'amphithéâtre de l'Université; j'entends le compliment de bienvenue du Professeur Lepsius, de Darmstadt, et la réponse émue, timide et cependant éloquente, d'Eduard Suess. Puis le déjeuner, à l'hôtel Kreid. Nous sommes une trentaine de convives, autrichiens, allemands, français; et, parce que la journée est magnifique et chaude, et qu'il y a avec nous beaucoup de jeunesse, les conversations sont animées, même bruyantes. Par les fenêtres ouvertes, on voit, de chaque côté de la plaine de l'Inn, les montagnes se dresser : au sud, les vieux terrains de la Zentralzone; au nord, les escarpements calcaires des Alpes septentrionales; et chacun des convives esquisse, involontairement, le geste de la main qui appelle les Alpes du Nord d'au delà de cette Zentralzone, le geste qui résumera désormais toute la structure alpine. Pendant le repas, les cartes de menu circulent et se couvrent de signatures; mais le Maître, un peu las, ne signe que pour quelques amis intimes, et pour les dames. Il m'a fait asseoir à sa droite, pour marquer, une fois de plus, l'affection qu'il a vouée aux géologues français, aux élèves, surtout, de son très cher Marcel Bertrand; et, comme il tient à boire avec moi à nos communes amours, il a fait placer entre nous une bouteille de vieux vin de Hongrie. « O peuple de Hongrie — disait-il, en 1896, à Budapest, dans un toast célèbre au banquet de l'Exposition du Millénaire —, les meilleures de tes grappes ont mûri sur un sol de vieilles laves; et c'est le feu de ces laves qui est passé dans tes grappes, de tes grappes dans ton vin de flamme, de ton vin de flamme dans ton sang, de ton sang dans le cœur et dans l'âme de tes fils ! » Nos verres se choquent, et nous buvons un peu de cette flamme subtile, émanation de la Terre amie; de cette flamme qui nous donne l'illusion du temps ralenti et de la vie prolongée. Puis nous parlons encore des Alpes. J'écoute et je regarde, de toutes mes forces, cherchant à fixer dans ma mémoire ces vibrations précieuses, qui ne reviendront plus : la voix du vieux Maître, les mots qu'il dit; ses yeux, miroirs splendides et purs, où le regard s'anime et redevient jeune; la joie des compagnons et des compagnes qui nous entourent; le ciel sans un nuage; les cimes majestueuses qui, sous l'implacable chaleur de ce jour d'été, semblent dormir.

Maintenant, c'est dans le sol de la Hongrie, au cimetière du petit village de Marczfalva, non loin des laves éteintes, productrices du vin de flamme, que la dépouille mortelle d'Eduard Suess repose, jusqu'au jour où l'Ange,

> ... entr'ouvrant les portes,
> Viendra ranimer, fidèle et joyeux,
> Les miroirs ternis et les flammes mortes.

La plaine hongroise est devenue la tombe de celui qui a tant aimé et si bien compris les montagnes. Mais les Alpes ne sont pas loin; elles accidentent l'horizon; et nous savons bien que, dans leur folle chevauchée vers les Carpathes, leurs vagues de pierre sont passées ici même. L'endroit n'est donc pas mal choisi pour abriter la poussière de l'homme qui fut le chantre incomparable de toutes ces choses. Ni les pas, ni les cris des vivants ne troubleront le sommeil du Maître. De loin en loin, cependant, un géologue viendra, qui, plein de respect et de reconnaissance, se recueillera devant cette dalle solitaire, louant Dieu d'avoir mis tant de grandeur et un tel reflet de sa divinité dans l'âme des géants de la race humaine.

*
* *

J'ai cité plus haut les principaux ouvrages d'Eduard Suess. Il faudrait, à la liste que j'en ai donnée, ajouter beaucoup de courtes notes et d'articles sur des sujets divers : tectonique, géologie comparée, volcanisme, séismologie, question de l'origine des météorites, question de la composition et de la structure de la Lune, question du déplacement récent des lignes de rivages, bien d'autres encore. La plupart des notes ont été publiées dans les comptes rendus de l'Académie de Vienne; les articles ont paru presque tous dans la *Neue Freie Presse*, dont Suess était depuis longtemps l'un des chroniqueurs scientifiques. Mais ce qu'il y a d'essentiel dans les unes et dans les autres se retrouve aux derniers chapitres de *Das Antlitz der Erde*. Dans l'œuvre colossale d'Eduard Suess, ce qui attire immédiatement le regard, ce qui demeurera longtemps debout et presque sans vieillir, pour garder ensuite pendant des siècles la gloire et la majesté des belles ruines : ce sont les deux livres, *Die Entstehung der Alpen* et *Das Antlitz der Erde*.

Die Entstehung der Alpen est un petit livre de 168 pages, publié à Vienne en 1875, et formé de huit chapitres. L'auteur expose et défend cette idée que, dans la formation des montagnes, le rôle prépondérant est joué par les *déplacements horizontaux*, marchant dans un seul sens. Chaque chaîne est un ensemble poussé d'un même côté, poussé sur un *avant-pays* qui résiste et sur lequel la zone comprimée s'avance. C'est une seule et même cause qui a produit tout le système alpin : et cette cause est une poussée venue du Sud ou du Sud-Est. Des caractères analogues à ceux des Alpes se manifestent dans les Balkans, dans le Caucase, dans les chaînes du Nord-Ouest américain. Le bord externe de la poussée est soutenu par l'avant-pays sur lequel il chevauche; mais le bord interne, après la compression, s'enfonce, habituellement, ou même s'effondre, et des volcans prennent naissance le long des gouffres ainsi ouverts. Chaque chaîne est une œuvre de longue haleine, et sa formation est l'addition de multiples épisodes. L'auteur insiste sur la coïncidence de la zone alpine avec des géosynclinaux; il fait remarquer — et personne avant lui n'y avait pris garde — la grandeur et la généralité de certaines transgressions marines, par exemple de la transgression cénomanienne ; il prévoit la périodicité et la quasi-généralité des transgressions et des régressions. Dans l'avant-dernier chapitre, il nous invite à faire avec lui le tour de la Terre; il nous montre, en Europe et dans l'Est de l'Amérique septentrionale, la prédominance des poussées vers le Nord; il appelle notre attention sur ces immenses régions de la surface terrestre qui semblent réfractaires au plissement, et qui se lézardent, par des fissures dirigées à peu près suivant le méridien ; il nous fait voir que, dans l'Asie centrale, la poussée des chaînes est habituellement vers le Sud. La conclusion de ce rapide voyage autour du globe est qu'il n'y a, dans la déformation terrestre, aucune géométrie simple; que les montagnes résultent de la contraction irrégulière et inégale d'une planète dépourvue d'homogénéité; que ce défaut d'homogénéité, enfin, remonte à la période de consolidation de la lithosphère. Celle-ci n'a pas pu se figer d'un seul coup; elle a présenté longtemps l'aspect d'un archipel de radeaux scoriacés, flottant sur une mer fluide et incandescente. La Terre était alors une *étoile variable*.

L'influence de ce livre fut très grande. Il est court, d'une lecture aisée, d'une clarté parfaite ; il révèle une nouvelle géologie, insoupçonnée, et immédiatement accessible; il est écrit dans une langue simple et belle, qui sera désormais la langue de Suess, mais que personne encore ne connaissait. A cette façon d'écrire, on donnera plus tard le nom de *géopoésie*. Les envieux, qui ont créé ce mot, ne croyaient certes pas si bien dire. La *poésie* ne consiste, ici, ni dans le choix des vocables, ni dans l'emploi des images; elle réside dans le *souffle créateur* qui anime tout l'ouvrage et qui donne la vie, semble-t-il, aux masses immenses de l'écorce terrestre déplacées les unes par rapport aux autres, aux montagnes et aux mers, à la Terre elle-même qui palpite, se bosselle, se ride et se tord sous nos yeux. *Die Entstehung der Alpen* a décidé de la carrière géologique de Marcel Bertrand, et donc de l'orientation nouvelle que l'École française a prise et qui l'a conduite à de si belles découvertes ; il a dirigé, dans tous les pays, les jeunes géologues vers l'étude des montagnes; il a ruiné définitivement les vieilles théories, soulèvements, effondrements, réseaux géométriques; il a substitué, dans l'esprit de tous les géologues, au principe de direction le principe de continuité; il a accoutumé les chercheurs aux transports de terrains, aux chevauchements, aux charriages; il a fixé l'attention sur les grands mouvements d'avancée, ou de recul, de la mer. En un mot, il a été la préface de *Das Antlitz der Erde*, le prélude de cette incomparable symphonie.

Das Antlitz der Erde est un essai de synthèse géologique, étendue à la Terre entière : et c'est le premier essai de ce genre. L'ouvrage, de dimensions gigantesques, comprend trois volumes : le premier parut en 1883; la deuxième partie du troisième, en 1909. Vingt-six ans ont été nécessaires pour le complet achèvement de ce magnifique édifice. Tous mes lecteurs savent que, par les soins de M. Emmanuel de Margerie, le livre tout entier a été traduit en langue française et publié, à Paris, sous le titre : *La face de la Terre*. Le dernier fascicule du tome III de cette édition française est actuellement sous presse. *La face de la Terre* est enrichi de notes, de cartes et de coupes, ajoutées par le traducteur, qui complètent heureusement le texte et les illustrations de l'édition allemande.

On se rappelle le plan général de *Das Antlitz der Erde*. Le premier tome comprend deux parties : *les mouvements actuels de la croûte extérieure du globe*, et *les montagnes*. Le deuxième est consacré à la troisième partie de l'œuvre : *les mers*. Le troisième, beaucoup plus volumineux que les deux premiers, embrasse la quatrième partie, qui est l'étude détaillée, non seulement géographique, mais encore, et surtout, géologique, de *la face de la Terre*. La première moitié de ce tome III est composée de neuf chapitres, où l'auteur décrit l'Asie tout entière et l'Europe du Nord. La deuxième moitié est formée de dix-huit chapitres, où l'on voit, d'abord, se dessiner le restant de l'Europe, l'Est de l'Amérique septentrionale, les chaînes du Nord de l'Afrique, le vieux continent laurentien,

l'immense plateau africain et les chaînes du Cap, les chaînes d'îles de l'Océanie, les systèmes montagneux qui courent le long de la côte occidentale des deux Amériques; et où l'on trouve, ensuite, des considérations générales sur les plissements, sur les profondeurs, sur la manière d'être et la répartition des volcans, sur la Lune et les récentes théories géologiques, enfin sur la Vie.

Tout le livre n'est qu'une exposition de la planète, vue de loin, vue extérieurement, comme la verraient les passagers d'un autre astre du système solaire. Pas ou presque pas de théories. L'auteur ne cherche ni à expliquer, ni à convaincre; il montre. Il conduit son lecteur par la main; il lui fait voir les sommets et les abîmes; il lui fait toucher du doigt les *cicatrices* et les fractures; il le promène sur les rivages, non pas seulement ceux d'aujourd'hui, mais aussi ceux des anciennes mers; et il relève avec lui, pas à pas, les traces, aux trois quarts effacées, des ridements, des plissements de jadis. En la compagnie du Maître, on plane sur les temps géologiques, comme sur les terrestres espaces. L'impression est singulière, immédiate, inoubliable: on ne sait plus bien à quelle époque de la durée on a reçu la vie; et l'on voit se dessiner *simultanément*, sur la face de la planète, les traits anciens et les traits actuels. Vision vertigineuse, souvent confuse et trouble, comme celles qui passent, en haute montagne, sous les yeux de l'alpiniste, un jour d'épaisse brume et de vent violent; « vision un peu nuageuse, un peu sibylline, où il y a de la fumée et des éclairs, des tonnerres et de grands silences, des pluies diluviennes et des fêtes de soleil, des jours et des nuits aux longueurs démesurées, et qui rappelle une *Légende des Siècles* à laquelle l'Homme manquerait! »

L'utilité d'un pareil livre est de susciter de grands et féconds enthousiasmes; de jeter à la Science lumineuse, pour toute la durée de leur existence active, des centaines de jeunes hommes qui, sans cet excitateur, n'auraient rien fait, ou auraient tâtonné dans les ténèbres; d'agrandir nos pensées, de nous donner le goût des problèmes généraux et la soif de la synthèse. On peut dire sans exagération qu'Eduard Suess a sa part, souvent prépondérante, dans toutes les découvertes géologiques de la fin du XIXe siècle et des premières années du XXe siècle. Les sciences géologiques, qui ont marché à pas de géant depuis trente années, n'auraient pas, sans lui, marché si vite. Il n'a pas tout dit, il a fait peu d'observations personnelles, il n'a pas tout prévu: mais, par son intuition vraiment géniale des rapports et des causes, il a provoqué, préparé, rendu possibles les observations décisives, les observations qui ont révolutionné nos idées et illuminé nos connaissances. Parmi les découvertes les plus importantes, entre toutes celles qui ont changé la face de la Géologie, figure, au premier rang, la constatation, dans les chaînes de montagnes, de la structure en *grandes nappes*, qui fait, de ces chaînes, d'immenses empilements de terrains déplacés et charriés. Cette découverte n'est pas d'Eduard Suess — si elle est d'un seul homme, cet homme est Marcel Bertrand; — mais qui donc eût osé seulement y songer, avant d'avoir lu *Die Entstehung der Alpen* et les premiers volumes de *Das Antlitz der Erde*? Et quand Suess, dans les chapitres du tome III qu'il a consacrés aux Alpes, adopte à son tour, en 1909, cette manière de voir et parle des nappes helvétiques, des nappes lépontines, des nappes austro-alpines, jetées les unes sur les autres, cette théorie, si nouvelle et si audacieuse, semble découler spontanément et naturellement de ce qu'il a enseigné autrefois.

Le génie ne manque jamais de détracteurs. L'auteur de *Das Antlitz der Erde* a souvent été critiqué et décrié. Une des amertumes de sa vie a été l'incompréhension et l'ingratitude de plusieurs de ses élèves; une de ses consolations, par contre, a été le succès immédiat et durable de son livre à l'étranger, et surtout en France. On lui a reproché l'obscurité et l'imprécision; mais ce défaut de clarté et de netteté tient, le plus habituellement, à la nature des choses, à l'imperfection de nos connaissances, à l'insuffisance des observations, à la difficulté des problèmes affrontés. « Quand Suess affirme — disais-je en 1910, rendant compte du dernier volume, qui venait de paraître, — on est à peu près sûr qu'il ne se trompe pas; quand il est imprécis, c'est que la précision est actuellement impossible; quand il est obscur, c'est qu'il n'a pas encore compris, et qu'il trouve l'obscurité préférable à une clarté illusoire, créée de toutes pièces par son imagination. » On lui a reproché la splendeur du style et, comme l'on a dit, la *géopoésie* : comme si l'écrivain de génie était maître de sa langue; comme si l'aigle pouvait voleter à la façon des oiseaux de basse-cour. On lui a reproché, enfin, de ne pas prendre parti dans les questions ardemment controversées, de garder alors une attitude indécise, timide, où se manifeste son embarras. Ce dernier reproche serait assez grave s'il s'adressait à un théoricien; mais Eduard Suess n'a jamais été un théoricien. Cet homme, habile jadis à enseigner et à convaincre, ardent aussi aux disputes politiques, avait depuis longtemps cessé de discuter en matière scientifique; il se contentait de *voir*, et, après avoir vu, de *montrer*. Aucun esprit n'a jamais été plus intuitif, ni plus exclusivement intuitif que le sien.

Pauvres critiques, au demeurant, et qui, sur cette jeune gloire, ne laissent guère de taches!

Das Antlitz der Erde nous apparaît, de plus en plus, comme un de ces monuments presque impérissables qui font un immense honneur à l'humanité. Après la génération actuelle, qui en est, littéralement, sortie, de nombreuses générations de géologues se formeront à son ombre, vivront sur les idées d'Eduard Suess, appliqueront sa méthode, parleront sa langue, cette langue singulière, imagée et plastique, qui donne la vie aux pierres, aux océans, aux montagnes. Et plus tard — car tout se transforme et se renouvelle, — quand le monument aura perdu sa valeur éducative, quand notre Science, entièrement rajeunie, suivra d'autres voies, usera d'autres méthodes, se servira d'autres vocables, le livre restera, pour l'étonnement des nouvelles générations de chercheurs, comme un témoin prestigieux de l'âge héroïque de la Géologie, de cet âge où la lumière succédait aux ténèbres, où l'ordre remplaçait le chaos, où, sur la face terrestre enfin conquise, des bâtisseurs géants construisaient le premier temple.

Pierre Termier,
de l'Académie des Sciences de Paris.

LA STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE

Comme beaucoup d'autres institutions actuelles, la Statistique générale de la France doit son origine au grand effort de réorganisation administrative qui a suivi la Révolution. Necker a exposé dans son traité : *De l'administration des finances de la France*, son dessein d'instituer un bureau spécialement chargé « de recueillir et de ranger dans un ordre clair et facile toutes les informations nécessaires à l'administration des finances et au gouvernement en général ». Mais l'établissement d'un service spécial de statistique générale ne fut réalisé que sous le Consulat. Attribuée parfois à François de Neufchâteau, ministre du Directoire, cette création paraît due à Lucien Bonaparte, ministre de l'Intérieur, du 25 décembre 1799 au 6 novembre 1800; c'est encore lui qui ordonna le premier recensement général de la population exécuté en 1801, alors que ses prédécesseurs n'avaient pu obtenir l'application complète de la loi du 22 juillet 1791, qui prescrivait le relevé périodique de l'état des habitants.

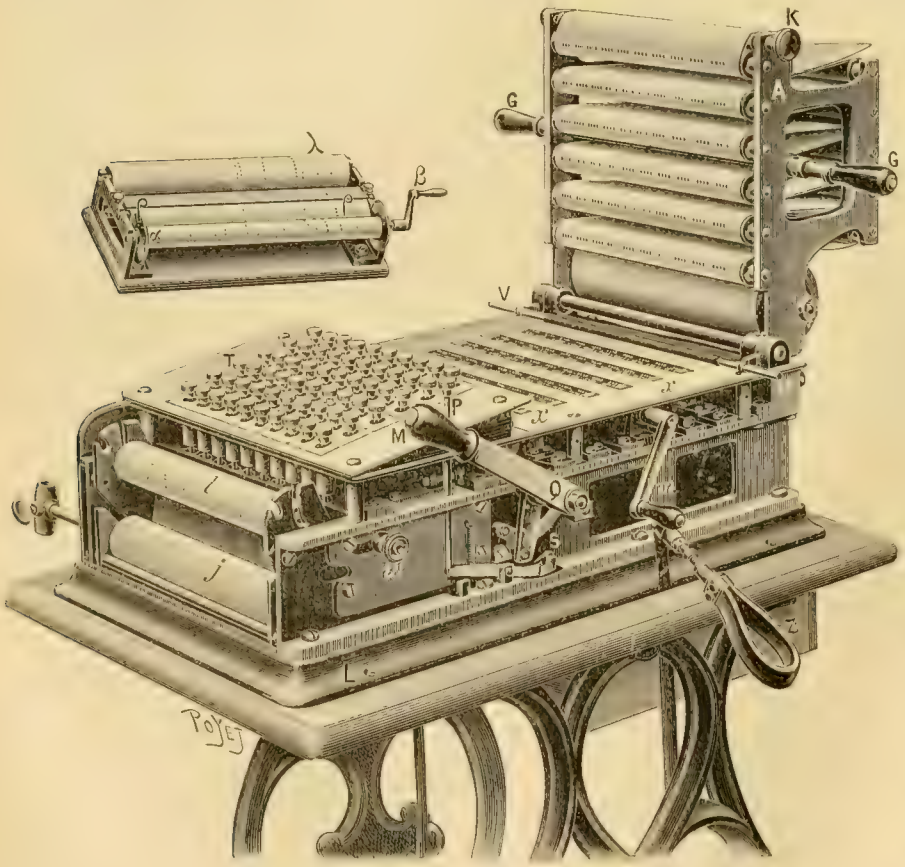


Fig. 1. — *Classi-compteur de M. March.*

Chaptal, qui succéda à Lucien Bonaparte au Ministère de l'Intérieur, imprima une vive impulsion au Bureau de la Statistique générale, lequel devint plus tard une direction autonome, mais fut supprimé en 1812 par un arrêté distribuant ses attributions entre les divers services du Ministère de l'Intérieur.

En 1833, sur l'initiative de Thiers, le Bureau de statistique du Ministère du Commerce fut chargé d'exécuter un vaste programme de Statistique générale qui devait comprendre quatorze divisions : territoire, population, mines, industrie, commerce,

navigation, colonies, administration intérieure, finances, forces militaires, marine, justice, instruction publique. La publication de quatorze gros volumes in-4° laissait ce vaste programme encore inachevé, lorsqu'en 1852 le Bureau de la Statistique générale fut réorganisé et son activité désormais limitée à la population, à l'agriculture, à l'industrie, aux salaires et au coût de la vie, aux institutions d'assistance. En 1872 commence la publication de la Statistique annuelle ; en 1881, la statistique agricole passe au Ministère de l'Agriculture nouvellement créé ; en 1885, est établi un Conseil supérieur de statistique, chargé de donner une impulsion et une méthode communes aux services statistiques des diverses administrations et de contrôler la publication de l'*Annuaire statistique*, résumé de toutes les statistiques officielles, dont le premier avait paru en 1878.

A partir de 1891, les travaux de la Statistique générale de la France furent placés sous l'autorité du directeur de l'Office du Travail et exécutés, à partir de 1900, par le service constitué en 1896 pour le dépouillement du premier recensement des industries et professions. Rattachée à la Direction du Travail jusqu'en 1910, la Statistique générale de la France fut, à cette date, placée sous l'autorité directe du Ministre du Travail.

I

D'après les décrets du 14 août 1907 et du 1er novembre 1910, qui règlent son organisation actuelle, le Service est chargé des travaux de statistique générale, du dépouillement du recensement quinquennal et des enquêtes annexes. Indépendamment de ces travaux, la Statistique générale de la France a pour mission de centraliser les informations, les données numériques indispensables pour la connaissance de l'état économique du pays, pour la préparation des lois et le contrôle de leur application.

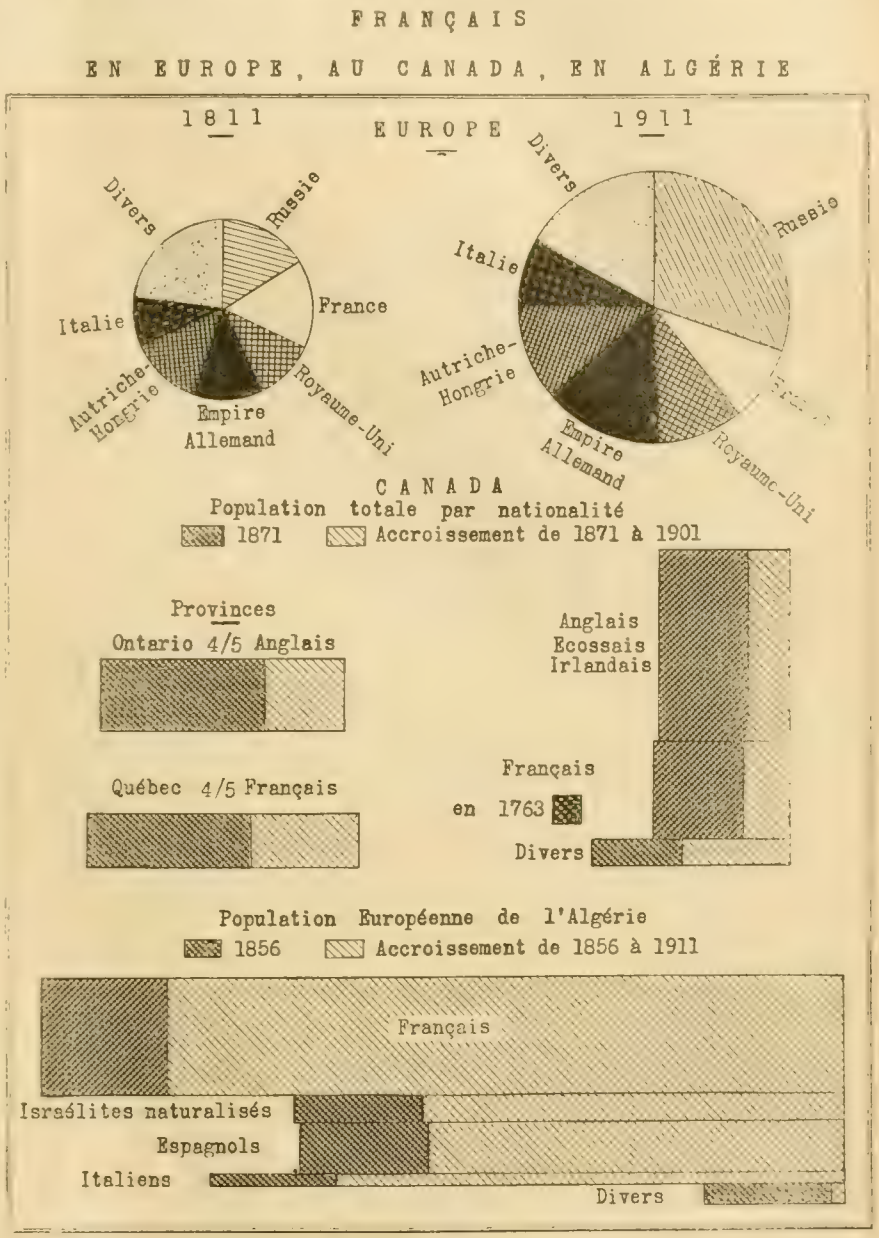


Fig. 2.

En se conformant aux avis du Conseil supérieur de Statistique et sans porter aucunement atteinte à l'activité des services spéciaux de statistique, elle joue le rôle d'un organe centralisateur qui peut être envisagé sous deux aspects différents.

D'une part, centralisation des résultats statistiques publiés par d'autres administrations, coordonnés et résumés dans l'*Annuaire statistique* que

complètent des tableaux rétrospectifs internationaux. Depuis 1911, un *Bulletin trimestriel* permet de mettre à la disposition du public, dès leur apparition, les principales statistiques officielles publiées en France et à l'étranger.

D'autre part, centralisation des dépouillements et calculs, effectués pour le compte d'autres administrations qui publient elles-mêmes les résultats : par exemple, statistique de la mortalité des enfants en nourrice (Ministère de l'Intérieur); statistique des logements en 1911 (Ville de Paris).

La Statistique générale est, en effet, spécialement organisée et outillée pour l'exécution rapide et économique des dépouillements statistiques. Certains se réduisent à la totalisation d'états numériques, de modèle uniforme, dressés par les autorités locales; il en est ainsi pour la statistique annuelle des institutions d'assistance. Mais les travaux les plus importants portent sur des fiches, principalement sur les bulletins individuels, feuilles de ménage et bordereaux de maison établis lors du recensement quinquennal, sur les bulletins de mariage, de divorce, de naissance ou de décès, dressés par les officiers de l'état civil et centralisés à Paris.

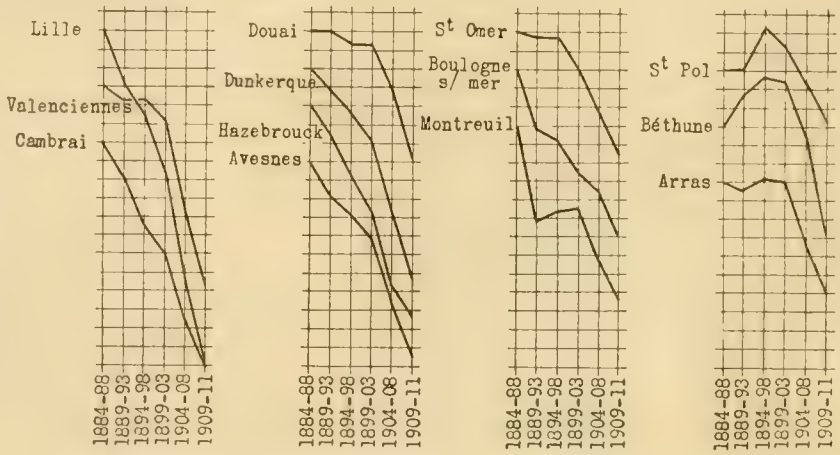
La fiche individuelle est l'instrument le plus souple et le plus commode pour les dépouillements statistiques, dont la technique actuelle peut être ainsi résumée : description détaillée des faits dénombrés sur des fiches individuelles, centralisation des dépouillements.

Les agents locaux, recenseurs, employés de l'état civil, etc., bien placés pour contrôler les questionnaires remplis par les habitants, découvrir et redresser les erreurs, ont ainsi un rôle limité à l'observation des faits. On ne leur demande pas de dresser eux-mêmes des tableaux statistiques; ces travaux exigent une compétence spéciale et les difficultés rencontrées incitent parfois les agents inexpérimentés à trancher arbitrairement les cas douteux: d'ailleurs, il y a des divergences inévitables, quand l'appréciation de ces cas est morcelée entre de nombreux agents dispersés sur tout le territoire.

Au contraire, le dépouillement centralisé assure l'unité de vues dans le groupement des faits diversement classés suivant leurs modalités. Il offre des garanties supérieures d'exactitude, puisque les fiches incomplètes ou entachées d'erreurs sont retournées pour être rectifiées, tandis que les tableaux numériques dressés par les agents locaux ne permettent aucun autre contrôle ultérieur, que celui de l'exactitude matérielle des additions. De ces tableaux, on ne peut enfin tirer que les renseignements résultant des indications combinées des lignes et des colonnes. Au contraire, les fiches individuelles constituent une mine, dont on peut extraire une documentation variée à volonté, en modifiant les classements selon le but à atteindre.

Enfin, les dépouillements centralisés peuvent être organisés industriellement, divisés en une série d'opérations simples se succédant dans un ordre méthodique d'après un plan établi à l'avance, suivant la nature des documents et celle des résultats que l'on veut obtenir. A l'économie que procure la division du travail, s'ajoute celle que permet l'emploi de moyens mécaniques, certaines opérations pouvant être effectuées à l'aide de machines, rendant faciles et sûrs des dépouillements qui portent sur des dizaines de millions de fiches : 60 millions pour le recensement quinquennal (40 millions de bulletins individuels, 20 millions de feuilles de ménage ou bordereaux de maison), 2 millions de bulletins d'état civil chaque année.

FRANCE.- Mouvement de la natalité dans divers arrondissements du Nord et du Pas-de-Calais



L'intervalle de deux lignes horizontales consécutives correspond à une variation de 2 p.0/0 par rapport au chiffre de la première période

Fig. 3.

II

Sans entrer dans le détail, voici les principales opérations élémentaires dont la combinaison constitue un dépouillement statistique :

1° *Notation* des fiches ou inscription de chiffres, lettres ou signes conventionnels résumant certaines des indications manuscrites ; par exemple : numéro de la nomenclature des professions, durée du mariage calculée d'après la date du mariage et celle du décès inscrites sur un bulletin de décès, etc. Ces signes rendent plus faciles et presque mécaniques les classements ultérieurs.

2° *Classement* des fiches d'après les réponses à une des questions (état civil, âge, etc.) ou d'après les signes inscrits à la notation. Ce classement se fait à l'aide de casiers à compartiments, comme le classement des lettres à la poste.

3° *Comptage* des fiches classées; on pourrait le faire à la main, mais il est rendu plus rapide par le *numérotage* des fiches au composteur; d'un bordereau portant le numéro de la première fiche de chaque catégorie, on déduit par différence le nombre des fiches classées dans chacune d'elles.

4° *Classi-comptage*. La Statistique générale de la France emploie des machines à clavier, dites classi-compteurs imprimeurs, qui permettent de classer par catégorie et de compter simultanément des séries de fiches.

Le classi-compteur imprimeur dont l'invention est due à M. Lucien March, directeur de la Statistique générale de la France, se compose essentiellement d'une table horizontale portant 60 compteurs à molettes *x x* et d'un clavier incliné dont les 60 touches commandent respectivement les compteurs (fig. 1). A chaque touche on fait correspondre l'un des renseignements à enregistrer, par exemple l'état matrimonial (célibataire, marié, veuf, divorcé), la nationalité, etc. Pour chaque fiche à dépouiller, l'opérateur appuie sur les touches correspondant aux renseignements portés sur la fiche. En appuyant sur la manette M, il provoque l'avancement d'une unité sur tous les compteurs qui ont été armés par l'abaissement des touches.

Quand un groupe de fiches a été ainsi dépouillé, on imprime les résultats en abaissant le cadre A, après avoir interposé une toile encrée Vv qui se déroule comme un store. Une pression, exercée à l'aide de pédales, provoque l'impression des soixante nombres indiqués par les compteurs sur la large bande de papier enroulée sur les cylindres du cadre A. On ramène ensuite tous les compteurs à zéro en tournant la manivelle *m*; à l'aide de la molette K on fait avancer d'un cran la bande de papier et l'on peut enregistrer une nouvelle série de fiches. Un dispositif spécial permet le contrôle des résultats enregistrés.

La bande de papier peut recevoir ainsi quarante cinq impressions successives; on la découpe et, après avoir collé les en-têtes nécessaires, on obtient des tableaux de dépouillement imprimés.

A la Statistique générale de la France, une cen-

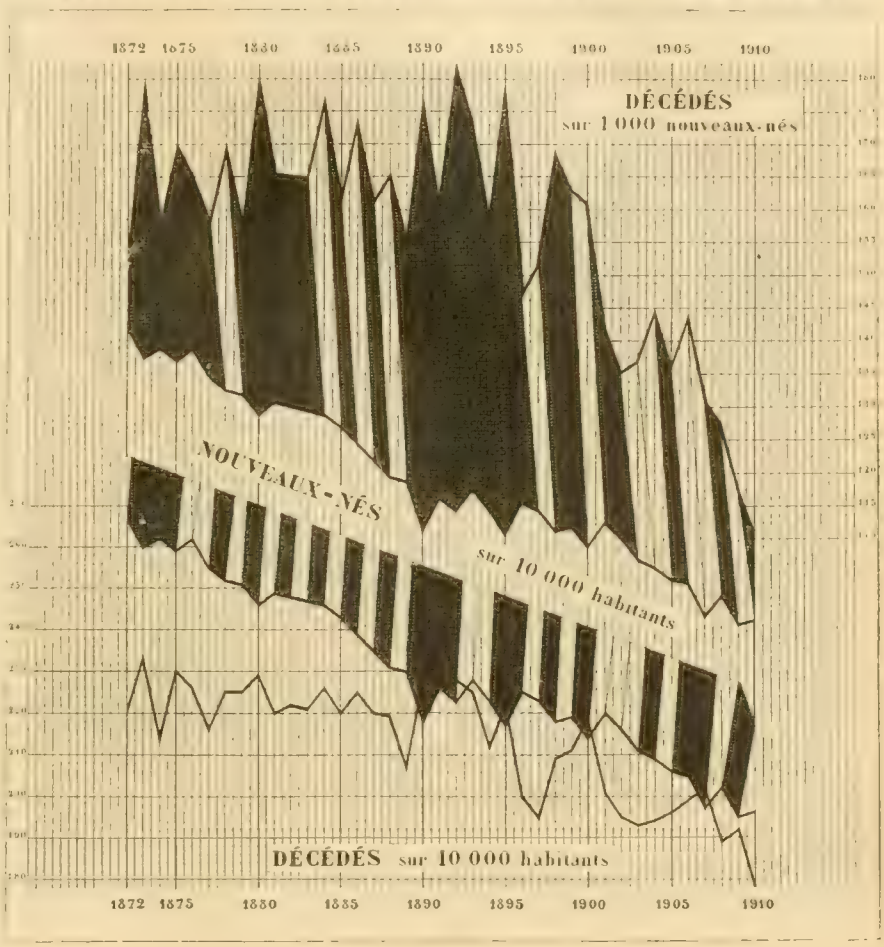


Fig. 4.

taine d'employés sont occupés aux travaux de dépouillement ainsi organisés. L'analyse critique des résultats, leur comparaison avec les résultats antérieurs et les données analogues recueillies à l'étranger, la préparation des rapports accompagnant les publications sont confiés aux statisticiens qui ont été choisis à la suite de concours spéciaux.

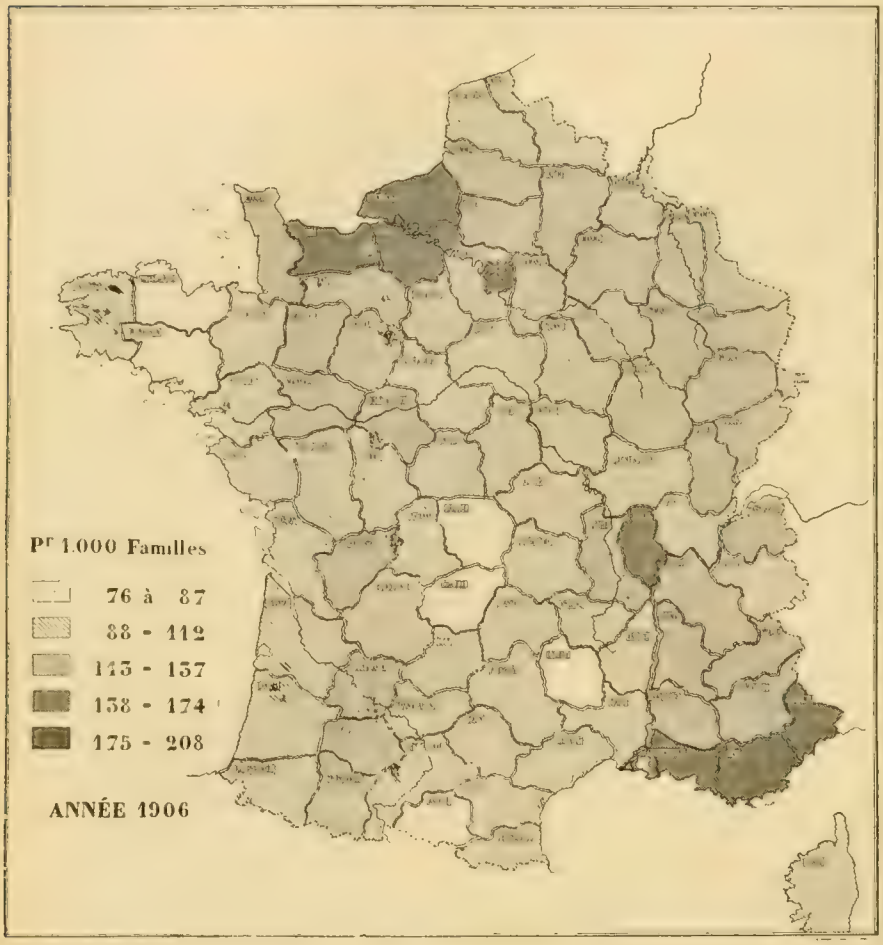


Fig. 5.

III

En dehors du *Bulletin trimestriel* et de l'*Annuaire statistique* déjà signalés, les principales publications peuvent être groupées comme suit : 1° recensement quinquennal de la population et enquêtes annexes : habitants, familles et logements, aveugles et sourds-muets ; recensement professionnel : établissements industriels, personnel et forces motrices ; 2° mouvement de la population d'après les registres d'état civil et statistique internationale publié tous les cinq ans selon le vœu de l'Institut International de Statistique ; 3° statistique annuelle des institutions d'assistance : bureaux de bienfaisance, hôpitaux, hospices, asiles d'aliénés, etc. ; 4° enquêtes diverses : salaires et coût de la vie : loyers, prix de gros et de détail pour les produits alimentaires et objets d'usage domestique ; statistique des fonctionnaires d'après leur traitement, la composition de leurs familles.

Parmi les travaux spéciaux en cours d'exécution, on citera une enquête, entreprise avec le concours du Ministère des Affaires étrangères et des agents consulaires de France, sur le nombre et la situation des Français à l'étranger, les institutions qu'ils y ont fondées : Chambres de commerce, établissements d'assistance ou d'instruction, etc.

En 1912, M. Léon Bourgeois, alors Ministre du Travail, a institué près de la Statistique générale une Commission interministérielle de Statistique sanitaire, grâce à laquelle on pourra obtenir des données sur la mortalité et la morbidité dans certaines collectivités soumises au contrôle de l'Etat : armée, marine, employés et ouvriers de l'Etat, élèves des écoles, adhérents des sociétés de secours mutuels. On obtiendra ainsi, sur la fréquence des principales maladies, de précieuses données qui font actuellement défaut.

IV

Ces renseignements sont, en grande partie, extraits d'un volume récent : *Historique et travaux de la Statistique générale de la France de la fin du* XVIII*e siècle au début du* XX*e*. Cet ouvrage est accompagné de 103 graphiques ou cartogrammes, dont 40 environ sont relatifs à l'état et au mouvement de la population en France et en divers pays. On trouvera ici quelques-uns de ces graphiques.

Sur le premier (fig. 2) la surface de chaque cercle représente la population de l'Europe en 1811 et en 1911 ; les angles des secteurs sont proportionnels

au nombre des habitants de divers Etats. La population du territoire actuel de la France, qui représentait plus de 16 °/₀ de la population de l'Europe en 1811, en forme à peine 9 °/₀ en 1911. Pendant que la population de la France continentale reste pour ainsi dire stationnaire depuis quarante ans, le nombre des Canadiens français s'accroît proportionnellement plus vite que celui des Canadiens d'origine anglaise; en Algérie, la population française s'accroît également plus vite que celles d'autres origines.

La natalité française, calculée par périodes décennales pour éliminer les variations annuelles de sens divers, n'a pas cessé de décroître depuis le début du XIXe siècle. Le graphique ci-dessus (fig. 3) permet de suivre cet abaissement de 1884 à 1911 pour divers arrondissements du Nord et du Pas-de-Calais : la natalité étant encore croissante ou stationnaire jusqu'en 1900; elle tombe brusquement à partir de cette époque. On pourra rapprocher ce fait de celui que signalait récemment M. le Dr Jacques Bertillon : baisse brusque de natalité à Montceau-les-Mines à partir de 1899.

Ce n'est d'ailleurs pas le sens de cette variation qui constitue la plus grave menace — dans tous les pays d'Europe la natalité diminue depuis quarante ans, parfois plus rapidement qu'en France; — mais, dans notre pays, la marge entre la natalité et la mortalité est très faible, tandis que, dans les autres États, l'excédent des naissances sur les décès demeure considérable, sept à quinze fois plus élevé qu'en France où l'abaissement de la natalité est plus rapide que celui de la mortalité.

D'une manière générale, la natalité et la mortalité suivent assez souvent une marche parallèle et l'on a attribué ce fait à l'influence prépondérante de la mortalité infantile sur la mortalité générale : s'il y a beaucoup de naissances, il y aura beaucoup de décès en bas âge et par suite une mortalité générale élevée. D'après le graphique suivant (fig. 4), cet effet n'est pas aussi souvent manifeste que l'influence contraire de la mortalité sur la natalité, par suite du remplacement des enfants décédés prématurément.

La courbe supérieure représente les variations

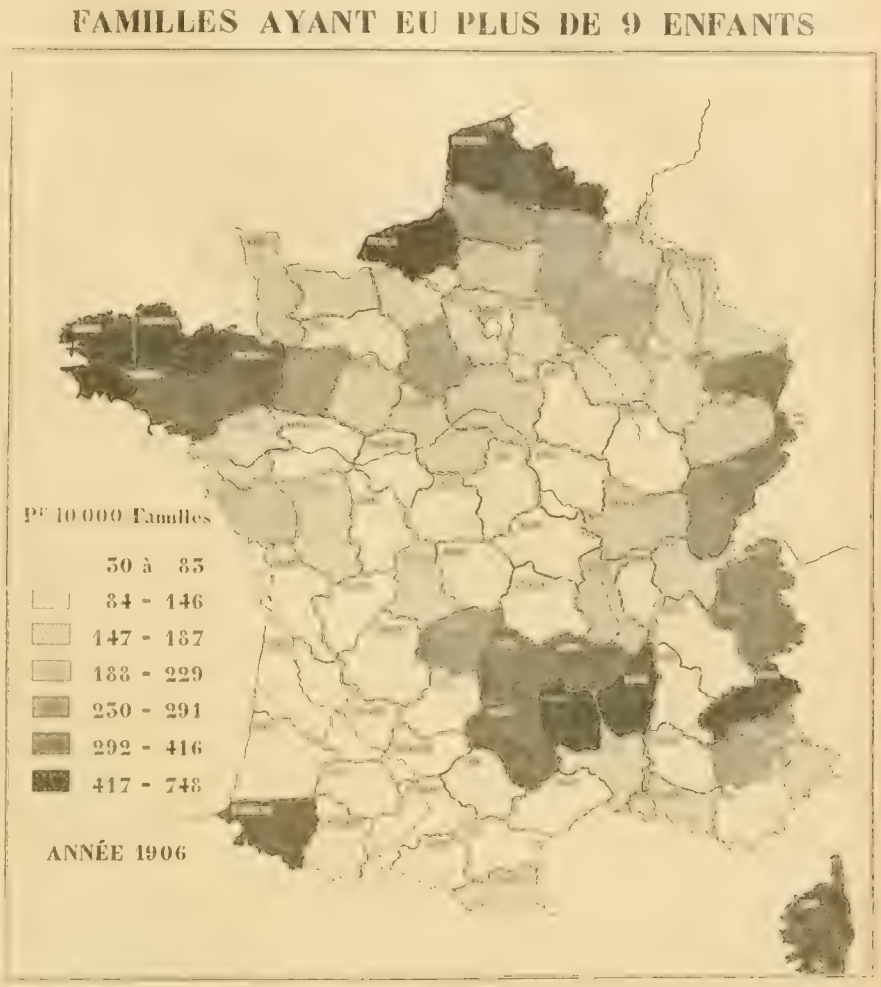


Fig. 6.

annuelles de la mortalité infantile de 1872 à 1911 (décédés de moins d'un an sur 1.000 nouveau-nés); la courbe immédiatement en-dessous correspond à la natalité (naissances pour 10.000 habitants). Les périodes où la variation de la mortalité infantile est de même sens que la variation de la natalité *un an plus tard* sont marquées d'une teinte noire; les périodes où ces variations sont de sens différent sont en blanc. On voit que les parties noires sont plus larges que les parties en blanc; trois fois sur quatre, une variation de la mortalité infantile est suivie, un an après, d'une variation de même sens de la natalité.

A l'aide de la première et de la troisième courbe on a comparé, au contraire, la variation de la

natalité et celle de la mortalité infantile *pendant la même année*. Dans ce cas, les parties teintées ont à peu près autant de largeur que les parties claires.

On peut donc dire que la mortalité gouverne la natalité beaucoup plus que la natalité n'influe sur la mortalité.

Le recensement de 1906 a fourni d'importantes données sur l'importance des familles françaises; on se bornera à reproduire ici deux cartes.

La première (fig. 5) fait connaître la proportion des familles stériles dans chaque département; alors que, pour la France entière, sur 1.000 familles on en compte 125 n'ayant jamais eu d'enfant, cette proportion s'élève à 208 °/₀₀ dans la Seine, 160 dans le Rhône; elle est considérable en Provence et en Normandie, faible dans le Plateau Central (Creuse 76, Corrèze 83 °/₀₀) et en Bretagne (Morbihan, 81 °/₀₀; Côtes-du-Nord, 86).

La seconde carte (fig. 6), complémentaire de la précédente, fait apparaître la fréquence des familles nombreuses; la teinte est graduée d'après le nombre proportionnel des familles ayant eu plus de 9 enfants au total, enfants survivants ou déjà décédés au moment de l'enquête. Pour la France entière, cette proportion est de 208 °/₀₀₀. Les familles nombreuses sont très rares dans la Gascogne et le Languedoc (Gers 30 °/₀₀₀, Gironde, Lot-et-Garonne, 38; Haute-Garonne, 39; Tarn-et-Garonne, 40; Hérault, 64; Aude, 70 °/₀₀₀); elles sont nombreuses en Bretagne, dans la partie sud-ouest du Plateau Central, dans les Alpes et dans les départements industriels du Nord.

Des graphiques traduisant les résultats de l'enquête sur les familles de fonctionnaires, on a retenu ici celui qui est relatif à la mortalité des enfants d'ouvriers des services publics, suivant l'ordre de naissance (fig. 7).

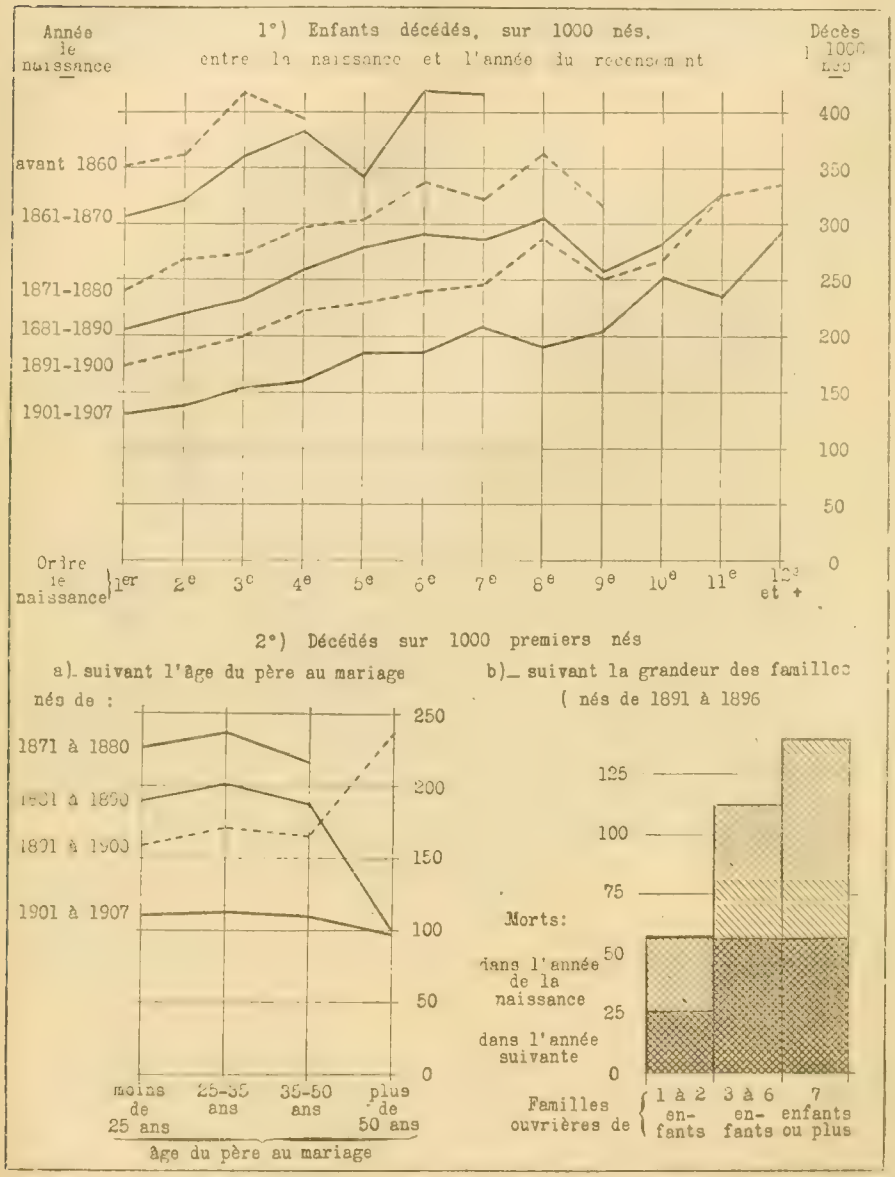


Fig. 7.

D'après les lignes tracées à la partie supérieure, la mortalité paraît *croître avec l'ordre de la naissance*. Les premiers nés seraient donc moins frappés que les suivants pour toutes les générations considérées, aussi bien pour les enfants nés de 1901 à 1907, que pour les enfants nés vers 1860 et 1870 observés, par suite, jusqu'à l'âge adulte (en 1907).

Comment expliquer cette augmentation de la mortalité avec l'ordre de naissance? On a cherché à se rendre compte de l'influence résultant de

l'âge des parents, les enfants nés les derniers ayant naturellement des parents plus âgés que leurs aînés. On a classé pour cela tous les premiers nés suivant l'âge du père au moment du mariage; d'après le graphique inférieur gauche, la mortalité de ces enfants ne paraît pas dépendre de l'âge du père, au moins lorsque celui-ci est compris entre vingt-cinq et cinquante ans.

Ensuite il a paru nécessaire de classer les enfants suivant l'importance des familles; le graphique inférieur droit montre que les premiers nés des familles nombreuses ont une mortalité plus élevée que les premiers nés des familles restreintes, même au cours de leur première année d'existence, alors que leurs frères et sœurs ne sont pas encore nés. La mortalité est donc plus forte dans les familles destinées à avoir beaucoup d'enfants et cela dès la venue des premiers enfants.

D'autres graphiques se rapportent à la mortalité française suivant la profession, à la criminalité, à l'alcoolisme, aux conditions d'habitation dans les villes. Un second groupe de 60 graphiques concerne l'activité économique en France et à l'étranger. Deux d'entre eux, qui permettent de suivre les mouvements des principaux indices de l'activité économique : activité du travail industriel, mouvement des prix, commerce extérieur, taux de l'escompte, encaisse de la Banque de France, compensation (clearing houses), sont d'ailleurs tenus à jour dans le *Bulletin trimestriel*. Les autres sont relatifs à la population active de l'industrie, aux forces motrices, au mouvement des prix, à l'activité productrice, au commerce des principales nations industrielles et commerciales.

Avant leur publication, un grand nombre de ces graphiques ont été soumis à la Commission des crises qui a fonctionné au Ministère du Travail, sous la présidence de MM. Alfred Picard et Pallain de 1908 à 1911. Cette Commission a recherché les indices les plus caractéristiques des crises économiques générales, et parmi les 8 indices retenus figurent les prix des matières premières, des produits alimentaires et de l'ensemble des produits. Dans son rapport, elle exprime le vœu qu'un service de statistique soit chargé de l'observation permanente des prix sur les principaux marchés du monde, de manière à prévoir et atténuer, dans la mesure du possible, les chômages résultant des crises. La création de ce service a été décidée par la Chambre des députés. Un Comité permanent d'études relatives à la prévision des chômages industriels, présidé par M. Cauwès, a été chargé par le Ministre du Travail de suivre le mouvement des prix et des indices économiques de façon à avertir le Ministre des éventualités de chômage général.

On voit que, par ses travaux réguliers et par ses nombreuses enquêtes, la Statistique générale de la France s'efforce de remplir exactement la mission qui lui a été confiée.

Michel Huber,
Sous-directeur de la Statistique générale de la France.

LA VIE LATENTE

SA NATURE ET SES CONSÉQUENCES POUR CERTAINES DOCTRINES DE LA BIOLOGIE CONTEMPORAINE

I. — Généralité du phénomène.

Bien que son étude tienne fort peu de place dans la plupart des traités classiques de Biologie, la vie latente n'en est pas moins un des phénomènes les plus répandus du Règne vivant. On la rencontre partout où il y a des germes. Et comme ces germes sont continuellement émis en quantité considérable plus encore par les végétaux que par les animaux, il n'y a pas une parcelle du sol que nous foulons, ni le moindre volume d'air que nous respirons qui en soient dépourvus.

Non seulement peuvent passer à l'état de vie latente les innombrables spores des Champignons, des Bactéries, des Algues, des Mousses, des Fougères, les myriades de grains de pollen des fleurs, les semences des Phanérogames, les kystes des Infusoires, les œufs de certains Crustacés et Insectes, mais encore des tissus, et même des êtres entièrement développés appelés reviviscents, comme certaines espèces d'Algue, de Mousse, de Lichen, de Rotifère, de Tardigrade, d'Anguillule.

Dans cette sorte d'état de repos, ces germes et ces êtres peuvent échapper aux dures nécessités de la vie active, mieux résister à la sécheresse, au froid, à la chaleur, être plus facilement emportés par les courants, les vents ou d'autres causes, enfin attendre pendant plusieurs années le retour des conditions favorables à leur évolution.

II. — Les hypothèses sur la nature de la vie latente.

Or quelle est la véritable nature de la vie latente? Est-ce une mort apparente où toutes les fonctions vitales sont suspendues, est-ce une vie ralentie aérobie nécessitant des échanges gazeux avec l'atmosphère, est-ce une vie très lente intracellulaire anaérobie? Ce sont là des questions qui, depuis le commencement du XVIIIe siècle, ont passionné des naturalistes éminents, ont suscité de nombreuses expériences et qui, en ce moment, provoquent encore d'intéressantes controverses.

Nous devons à Leuwenhœk (1701), le fondateur de la micrographie, les premières observations sur des animaux reviviscents, les Tardigrades et les Rotifères des toits et des gouttières. Cet auteur remarqua avec un grand étonnement que ces petits êtres peuvent rester desséchés pendant cinq mois au milieu de la mousse et de la poussière, sans présenter la moindre trace de vie, puis reprendre, après humectation, leurs fonctions vitales.

En 1743, Needham accomplit des recherches analogues sur les Anguillules du blé niellé. Mais les plus curieuses expériences sur ces organismes ont été surtout celles de Baker et de Spallanzani.

Baker, opérant avec des Anguillules, avait réussi à les revivifier vingt-huit ans après leur dessiccation. Lorsque l'on sait que le cycle vital de ces êtres minuscules ne dépasse pas dix mois, on constate ainsi que leur vie a été singulièrement prolongée par ce procédé.

D'autre part, Spallanzani précisa les observations de Leuwenhoek sur les Rotifères. Après les avoir desséchés et conservés pendant trois ans, il les vit revenir à la vie dès qu'ils eurent été déposés dans l'eau. Toutes ces expériences émerveillèrent le public de cette époque: on croyait alors que ces êtres avaient le pouvoir de ressusciter. L'extraordinaire faculté de ces animalcules ayant été mise en doute au XIXe siècle, Doyère et Davaine, de 1840 à 1860, l'étudièrent tout particulièrement. Leurs expériences, confirmées par Gavarret, âprement contestées par Pouchet et Pennetier, donnèrent lieu à de très vives discussions. En effet, à ce moment, deux doctrines rivales, le vitalisme et l'organicisme, se partageaient le suffrage des physiologistes. Les uns, et ils étaient les plus nombreux, considéraient la vie comme un mystérieux principe d'action qui anime la matière et la met en jeu. Les autres ne voyaient dans la vie que le résultat de l'organisation d'une substance spéciale complexe, que la manifestation de l'activité de la matière organisée.

Pour démontrer la justesse de cette conception, ces derniers s'appuyaient sur les phénomènes présentés par les animaux reviviscents, notamment sur les expériences de Doyère et de Davaine, où ils croyaient voir un exemple très net d'un arrêt du fonctionnement d'un organisme et de sa remise en marche sous l'action d'un phénomène physique, l'imbibition par l'eau.

La matière organisée n'avait donc pas besoin d'un principe vital pour reprendre son activité. A la Société de Biologie, la lutte entre les deux partis fut si ardente que, pour clore les débats, on décida de refaire les expériences devant une commission de savants qui comprenait Balbiani, Brown-Séquard, Dareste, Guillemin, Robin, et qui était présidée par Broca.

Devant cette commission, il fut alors établi : 1° qu'il n'y a pas de vie appréciable dans le corps inerte des animaux reviviscents; 2° que les corps conservent leur propriété de reviviscence dans des conditions incompatibles avec toute espèce de vie manifestée, particulièrement dans le vide sec pendant quatre-vingt-deux jours, et à l'air libre pendant trente minutes à la température de 100° centigrades.

Quelque temps après, Paul Bert, dans ses recherches sur la vitalité propre des tissus, corrobora cette manière de voir par de curieuses expériences. Il démontra que des queues de rat desséchées pendant huit jours, portées à une température de 99° durant deux heures, greffées quatre jours après, avaient repris leur vitalité au bout d'un mois. Une dizaine d'années plus tard, Claude Bernard, dans ses admirables leçons sur les phénomènes de la vie communs aux végétaux et aux animaux, reprit cette étude de la reviviscence et l'appliqua au règne végétal.

Pour caractériser l'état de repos dans lequel se trouvent les graines avant de germer, il créa le terme *de vie latente* et il nous en donna la théorie suivante : « La vie latente des graines est purement virtuelle. Elle existe prête à se manifester si on lui fournit les conditions extérieures convenables, mais elle ne se manifeste aucunement si ces conditions font défaut.

« La graine a en elle tout ce qu'il faut pour vivre. Mais elle ne vit pas parce qu'il lui manque les conditions physicochimiques nécessaires.

« On aurait tort de penser que la graine, dans ce cas, présente une vie tellement atténuée que ses manifestations échappent à l'observation par le degré même de leur affaiblissement. Cela n'est vrai ni en principe ni en fait. En principe, nous savons que la vie résulte du concours de deux facteurs, les uns extrinsèques, empruntés au monde cosmique, les autres intrinsèques, tirés de l'organisation.

« C'est une collaboration impossible à disjoindre, et nous devons comprendre qu'en l'absence de l'un

de ces facteurs l'être ne saurait vivre. Il ne vit pas davantage lorsque les conditions du milieu n'existent pas que lorsqu'elles existent seules. La chaleur, l'humidité, l'air ne sont pas la vie, l'organisation seule ne la constitue pas davantage. En fait, nous voyons des graines qui sont conservées depuis des années et des siècles et qui, après cette longue inaction, peuvent germer et produire une végétation nouvelle. Si elles avaient une vie réduite, celle-ci devrait s'user. Or, elle ne s'use pas. »

Depuis le moment où elle a été émise, cette conception de la vie latente a eu beaucoup de partisans qui l'ont enrichie de nouveaux faits. Ainsi la résistance des graines, des spores des Bactéries et des Champignons aux actions du vide, des gaz irrespirables, tels que l'azote, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, le chlore, la conservation du pouvoir germinatif de ces organismes dans des liquides comme le mercure, l'alcool, l'éther, le chloroforme, toutes ces nombreuses expériences réalisées par Giglioli, Detmer, Romane, de Candolle, Kochs, Jodin, Ewart, Kurzvelly, Maquenne, pour ne citer que les auteurs principaux, démontrent, d'une façon qui paraît indiscutable, la réalité de la vie suspendue.

Et cependant, malgré ces faits, d'autres physiologistes n'en ont pas moins continué à défendre une théorie tout à fait opposée : celle de la continuité des phénomènes vitaux, doctrine selon laquelle la vie latente n'est qu'une vie ralentie.

Parmi les plus éminents défenseurs de cette opinion, nous pouvons citer Van Tieghem et Gaston Bonnier, dont les recherches sur la vie latente des graines ont été classiques.

Ces savants, ayant laissé séjourner pendant deux ans différents lots de graines dans l'air confiné et dans l'acide carbonique, s'aperçurent que, dans le premier milieu, il y avait eu de la part des graines absorption d'oxygène, rejet d'acide carbonique, et dans le second milieu asphyxie.

Ils en ont conclu que la respiration se poursuit dans la vie latente et que, lorsqu'elle n'est plus possible, l'organisme périt ; par conséquent, la vie de l'embryon ne peut être que ralentie.

Ces conclusions laissèrent planer des doutes sur les anciennes expériences de Doyère et de Davaine. C'est pourquoi, en 1896, Lance en reprit l'étude en bornant ses recherches aux Tardigrades.

Contrairement à ce qui avait été admis par la Commission présidée par Broca, il affirma que la reviviscence de ces êtres n'est pas une résurrection.

« Les Tardigrades des toits, adaptés à la dessiccation, perdent la faculté de se réveiller lorsqu'après avoir été desséchés ils ont été plongés dans des gaz impropres à la vie, tels que les gaz acide carbonique et sulfureux.

« Dès qu'ils se trouvent dans l'impossibilité de respirer, ils meurent : leur vie latente est aussi une vie ralentie. »

Nous voilà donc en présence de deux doctrines contradictoires, paraissant s'appuyer sur des faits également probants.

La vie ralentie est-elle une conception plus exacte de la nature de la vie latente que la vie suspendue ?

L'une doit-elle exclure complètement l'autre, ou chacune renfermerait-elle une part de vérité ? Ce sont là des questions que j'ai essayé d'éclaircir et que nous allons examiner.

III. — L'imperméabilité du tégument de certaines graines.

Lorsqu'en 1904 j'ai entrepris ces recherches, tout en me limitant à la vie latente des graines [1], je me suis demandé si les opinions contradictoires régnantes n'étaient pas dues à des erreurs d'interprétation de certains résultats expérimentaux.

Ainsi, les embryons des graines ont-ils bien été en contact avec les milieux essayés : air confiné, atmosphère irrespirable, azote, acide carbonique, mercure, alcool, chloroforme, éther? Leur tégument, s'il avait été imperméable, ne les aurait-il pas protégés contre l'action des divers milieux qu'on voulait leur faire subir?

C'était là un point capital, dont la plupart de mes prédécesseurs ne s'étaient pas suffisamment occupés.

Il était donc de toute nécessité de trouver un procédé pour déterminer le degré de perméabilité du tégument des graines qui ont le plus servi dans les expériences précitées. J'ai employé un appareil très simple : un tube barométrique fermé à l'une de ses extrémités par une portion du tégument à expérimenter, ensuite rempli de mercure avec toutes les précautions d'usage, puis retourné sur une cuve à mercure. Les variations du niveau du mercure de ce pseudo-baromètre terminé par une membrane végétale, comparées avec les variations du niveau du mercure d'un autre tube de même nature, préparé de la même manière, mais fermé à l'une de ses extrémités, indiquaient dans quelles conditions et avec quelle vitesse les gaz traversaient le tégument.

De cette façon, j'ai pu me rendre compte que le tégument de la plupart des graines des Légumineuses, quand il a atteint un certain degré de dessiccation naturelle [2], comme celui du Lupin, du

[1] Recherches sur la vie latente des graines (1904-1907). *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 9e série.

[2] Degré de dessiccation qui est normalement atteint dans les conditions ordinaires de la conservation des graines.

Février, s'est montré, pendant deux ans, imperméable à l'air dans toutes ses parties, même celles contenant le hile et le micropyle.

Les téguments de ces graines ne laissent passer les gaz, selon les lois de la diffusion, que lorsqu'ils sont imbibés d'eau.

D'autre part, les embryons desséchés des mêmes graines se sont comportés comme des corps poreux. Les gaz les traversent selon les lois de l'effusion. Le tégument des mêmes espèces est également imperméable aux liquides, tels que l'alcool absolu, l'éther, le chloroforme, qui pénètrent très facilement dans les embryons, après décortication.

Ces résultats ne s'appliquent pas seulement à beaucoup d'espèces de graines appartenant à la famille des Légumineuses, mais encore aux graines de certaines Crucifères, Malvacées, Labiées, Linées, Cistinées.

Ils justifient les réserves que nous avions faites sur la plupart des expériences de nos prédécesseurs, car, en démontrant que les embryons protégés par leur tégument imperméable n'ont pas subi l'action des milieux essayés, ils annulent, en partie, les déductions qu'on en tirait pour nous expliquer la nature de la vie latente.

Nous avons ainsi été conduit à recommencer avec des graines au tégument perméable, perforé ou enlevé, les expériences de quelques-uns de nos devanciers. Alors nous avons constaté que, contrairement à leurs assertions, l'alcool absolu, le chloroforme, l'éther, au lieu de conserver les embryons des graines, les tuent lorsqu'ils ne sont plus protégés par leur tégument.

D'un autre côté, ce fait de l'imperméabilité de leur tégument rendait bien invraisemblable l'interprétation qu'on avait donnée des échanges gazeux de certaines graines.

Avec des graines de Lupin, de Pois, de Ricin, de Fève, en tenant compte du rôle de leur tégument, j'ai refait les expériences de Van Tieghem et de Gaston Bonnier. Plusieurs lots comparables ont été constitués, les uns ne contenant que des graines décortiquées, d'autres n'ayant que les téguments de ces graines, enfin certains ayant des graines munies de leurs téguments. Tous ces lots furent placés dans l'atmosphère confinée et sèche de tubes renversés sur le mercure, les uns placés en pleine lumière, les autres à l'obscurité.

Six mois après, ayant fait l'analyse de ces atmosphères confinées, nous avons trouvé que les échanges gazeux ont été plus considérables à la lumière; que les téguments isolés des graines ont absorbé plus d'oxygène et dégagé davantage d'acide carbonique que les embryons. Même certains téguments, enlevés aux graines de Ricin, avaient dégagé, à l'obscurité, 1,61 °/₀ d'acide carbonique, et abaissé le taux d'oxygène à 15 °/₀, alors que les embryons isolés dont ils provenaient, placés, avec leur albumen, dans les mêmes conditions, n'avaient aucunement modifié leur atmosphère. Si on avait interprété les échanges gazeux de ces graines munies de leur tégument comme une véritable respiration, on serait arrivé à cette conclusion paradoxale que les téguments formés de cellules mortes respireraient pendant que les plantules avec leur albumen prêtes à germer, n'ayant absorbé ni rejeté la moindre parcelle de gaz, seraient mortes.

Les résultats obtenus avec plusieurs espèces de graines décortiquées, telles que le Pois, la Fève, le Lupin, dans leur état de dessiccation naturelle, c'est-à-dire contenant encore une certaine quantité d'eau, nous ont montré qu'elles absorbent à l'obscurité, au bout d'un certain temps, des traces d'oxygène, et rejettent des traces d'acide carbonique. Il y aurait donc, pour les embryons de ces graines non protégées par leur tégument et dans leur état de dessiccation naturelle, des échanges gazeux extrêmement faibles.

IV. — La nature des échanges gazeux des graines.

Mais ces échanges gazeux que l'on décèle chez les graines décortiquées, dans leur état de dessiccation naturelle, sont-ils bien causés par une véritable respiration, résultat d'une sorte de vie ralentie où l'oxygène de l'air serait absolument nécessaire?

Pour le savoir, j'ai rendu impossible cette respiration de l'embryon en le privant par le vide de son atmosphère interne répandue dans tous les méats intercellulaires et dans les cellules elles-mêmes qui communiquent si facilement entre elles par les ponctuations de leur membrane. L'embryon a été ensuite mis en contact, pendant un temps plus ou moins long, avec des milieux irrespirables.

Ainsi, des graines de Pois ayant leur tégument perforé, privées de leur atmosphère interne, sont restées un an sous le mercure et ont parfaitement bien levé après l'expérience.

Des graines de Fève, de Pois, de Ricin, des grains de Blé, après décortication, ont séjourné à l'obscurité, dans une atmosphère d'azote, sans dégager la moindre trace de CO^2 et sans perdre leur pouvoir germinatif.

D'autres graines de Lupin, de Luzerne, de Pois, de Trèfle, de Moutarde, de Courge, de Sarrasin, de Pin pignon, des grains de Blé, d'Avoine, après perforation de leur tégument, ont été maintenus onze mois dans l'acide carbonique pur et sec, sans en éprouver aucun dommage. Enfin, des graines desséchées de Cresson Alénois, de Luzerne, de Pois, des grains de Blé au tégument perforé, ont été enfermés, pendant deux ans, dans des am-

poules où un vide rigoureux avait été réalisé, sans que leur faculté germinative en ait souffert.

Voilà des résultats nouveaux, tous concordants, et qui s'opposent à ceux des expériences classiques sur lesquelles on s'appuie encore aujourd'hui pour enseigner l'existence d'une respiration ralentie des graines.

Ces résultats nous apportent la preuve que les échanges gazeux mis en évidence par Van Tieghem et Bonnier ne sont pas dus à une respiration atténuée, *mais à une simple oxydation chimique de la surface du tégument ou de l'embryon.*

La conception classique de la vie latente des graines doit être modifiée. *Elle est une vie anaérobie intracellulaire extrêmement lente ou une vie suspendue.* Entre ces deux hypothèses, comment choisir?

V. — La longévité des graines.

Si la vie des graines dans la Nature était parfaitement suspendue, si toutes les fonctions de l'assimilation et de la désassimilation protoplasmiques étaient complètement arrêtées, comme l'admettait Claude Bernard, leur pouvoir germinatif devrait être illimité. C'est ce que beaucoup de naturalistes ont pensé lorsqu'ils s'appuyaient sur les extraordinaires cas de longévité des grains de Blé enfermés pendant plus de deux mille ans dans les sarcophages pharaoniques et qui, une fois ensemencés, auraient germé. Mais on sait aujourd'hui que la bonne foi de ces savants a été surprise. On leur a vendu, mélangés aux grains authentiques, des grains récents. Cette supercherie, dont n'avaient pas été dupes des botanistes tels qu'Alphonse de Candolle et Decaisne, vient encore d'être démasquée par M. Maspéro. L'éminent égyptologue n'a jamais réussi à faire germer les grains de Blé qu'il recueillait lui-même dans les sépultures des Pharaons.

D'ailleurs, l'étude de ces graines, faite par Ed. Gain, a révélé que leur embryon était en partie détruit; lorsqu'on les humectait, les tissus se transformaient en bouillie.

D'autre part, nous ne pouvons pas ajouter foi aux cas des graines provenant des sépultures romaines, des greniers de César, d'Argovie ou d'Herculanum, des tombes mérovingiennes ou des fouilles du sol.

Trop de causes d'apport ignorées des observateurs enlèvent toute autorité à leurs assertions.

Seules des expériences portant sur des espèces dont on connaît l'âge de la récolte des graines, la date d'arrivée dans le laboratoire sont susceptibles de nous présenter des données acceptables.

Déjà, dès 1831, Alphonse de Candolle avait fait des recherches sur 368 espèces de graines conservées pendant quatorze ans dans des sachets. Plusieurs espèces de Légumineuses et de Malvacées avaient gardé leur faculté germinative. Nous avons repris le travail du savant naturaliste en l'étendant à 500 espèces de graines qui appartenaient à 30 des familles les plus importantes des Monocotylédones et des Dicotylédones. Ces graines provenaient de la graineterie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. L'âge de leur récolte, soigneusement vérifié, variait entre vingt-cinq et cent trente-cinq ans. Quatre familles ont fourni des germinations : les Légumineuses, les Nélombiées, les Malvacées et les Labiées.

Vingt de ces germinations provenaient de graines âgées de vingt-huit à quatre-vingt-sept ans. Parmi les Légumineuses, les espèces les plus vieilles furent les suivantes : *Cassia bicapsularis* de 1819, *Cytisus biflorus* de 1821, *Leucaena leucocephala* de 1831, *Trifolium arvense* de 1838.

Les graines qui ont germé au bout de ce temps étaient revêtues d'un tégument très épais, dont l'imperméabilité aux gaz a été contrôlée expérimentalement pour les Légumineuses et les Nélombiées.

De cette manière, nous avons constaté que des graines ont conservé leur pouvoir germinatif *depuis l'époque de la Restauration jusqu'à nos jours, sans que leur embryon ait pu réaliser des échanges gazeux avec l'atmosphère.*

Le tégument de ces graines, empêchant à la fois l'oxydation des substances de réserve et leur hydratation sous l'action de l'hygrométricité de l'atmosphère, a ainsi beaucoup contribué à leur assurer cette remarquable longévité.

Néanmoins, cette longévité n'est pas illimitée. Le pouvoir germinatif diminue toujours avec le temps. Les graines macrobiotiques, selon la pittoresque expression d'Ewart, qui leur a consacré une excellente monographie[1], ne gardent pas la faculté germinative bien au delà d'une centaine d'années.

L'argument de Claude Bernard que la vie latente des graines, dans les conditions naturelles de leur conservation, ne s'use pas, repose sur des données inexactes. Le fait indéniable du vieillissement des semences semble se retourner contre lui. Cependant, ce fait, quand on examine attentivement sa signification, n'est pas une preuve décisive contre la conception de la vie suspendue.

En effet, la perte de la faculté germinative de la graine peut très bien être causée par des phénomènes physico-chimiques qui ne soient pas liés à ceux d'une vie extrêmement lente.

[1] Ewart : On the Longevity of Seeds. *Proc. Roy. Soc. Victoria*, t. XXI, 1908.

Pourquoi le protoplasma des cellules, où la vie se serait arrêtée, ne se décomposerait-il pas à la longue sous l'influence de l'humidité et de l'oxygène accumulés dans les vacuoles et les méats.

Qu'est-ce qui l'empêcherait de se comporter comme des substances inertes perdant lentement leurs propriétés initiales, leur énergie potentielle? Avec le temps, une liqueur se modifie, un ressort tendu s'use, une poudre vieillit, et pourtant, dans ces choses, il n'y a pas de vie ralentie!

VI. — De la déshydratation des germes.

Quoi qu'il en soit, puisqu'il est impossible de prouver qu'une graine conservée dans des conditions ordinaires est plutôt à l'état de vie suspendue qu'à l'état de vie ralentie, on pourrait peut-être résoudre la question en plaçant la graine dans des conditions artificielles telles que, sans porter atteinte à son pouvoir germinatif, sa vie soit momentanément arrêtée.

Tous les auteurs qui se sont occupés de ce subtil problème sont d'avis que l'eau et les gaz renfermés dans le protoplasma sont la cause de sa décomposition. Une graine, à l'état de dessiccation naturelle, contient toujours une quantité d'eau allant de 0,50 à 20 °/₀ de son poids. Or est-il possible, sans nuire à sa faculté germinative, de la priver complètement de cette eau?

Jusque dans ces dernières années, en se basant sur les expériences de nombreux observateurs, notamment sur celles de Schröder et d'Ewart, on croyait qu'il était impossible de retirer la totalité de l'eau du protoplasma des graines sans les tuer.

En effet, Ewart avait constaté que, d'une façon générale, les graines les plus résistantes perdaient leur vitalité quand leur pourcentage d'eau tombait au-dessous de 2 à 3 °/₀ de leur poids. Ceci lui avait fait penser que le protoplasma des graines dans son état de dessiccation naturelle devait avoir une composition chimique bien différente du protoplasma fluide à l'état de vie active. Selon cette nouvelle conception, la composition chimique du protoplasma à l'état de vie latente correspondrait avec l'équation chimique de Lœw sur certaines albumines. Là on obtenait un protéide par polymérisation de l'aldéhyde aspartique avec addition d'hydrogène et de soufre, qui finalement donnait un albuminoïde dont la formule $C^{72}H^{112}Az^{18}SO^{22} + 2H^2O$ renfermait 2 °/₀ d'eau.

Cette conception du protoplasma, auquel on ne peut retirer ses 2 °/₀ d'eau sans le décomposer, me paraît trop simpliste, aussi bien au point de vue physique qu'au point de vue chimique. D'ailleurs cette formule ne contient pas la plupart des éléments chimiques, métaux et métalloïdes, absolument nécessaires à la constitution du noyau des cellules, à la formation d'un protoplasma susceptible de vivre. Ensuite, elle ne correspond pas à la réalité des faits expérimentaux, car, si certaines espèces de cellules ne supportent pas une dessiccation prolongée, il n'en est pas de même pour beaucoup d'autres.

Et cela, Ewart ne pouvait pas le constater parce qu'il se servait d'un procédé de dessiccation fort défectueux : celui du dessiccateur à acide sulfurique, procédé qui souvent a le grave inconvénient d'altérer les protoplasmas tout en les desséchant. Ainsi que Maquenne, le savant physiologiste du Muséum, l'a démontré, pour dessécher complètement les graines il n'y a qu'une seule manière efficace : c'est l'emploi des hauts vides pendant plusieurs mois à une température de 40 à 45° en présence de la baryte caustique anhydre[1].

Ce procédé est bien plus puissant que celui de l'étuve à 110° C. dont on se sert dans la méthode des poids secs. En outre, si, comme je l'ai préconisé, on prend la précaution de décortiquer les graines ou de perforer leur tégument imperméable, on obtient des dessiccations plus rapides, plus énergiques, telles qu'il n'y a plus de dégagement de vapeur dans le vide, ni de perte de poids, — et cependant la faculté germinative des graines ainsi traitées n'est pas abolie. Maquenne l'a prouvé pour des grains de Blé, des graines de Panais et de Ricin, moi-même pour des graines de Courge, de Pois, de Sarrazin, qui ont perdu 10 à 14 °/₀ de leur poids d'eau.

Maintenant les graines desséchées artificiellement s'altèrent-elles plus facilement, conservent-elles plus longtemps que les autres leur pouvoir germinatif?

D'après mes recherches, des graines de Courge, de Ricin, de Fève, parfaitement sèches, conservées à l'obscurité dans une atmosphère sèche d'air ou d'azote, ne se sont pas oxydées. Je n'ai pu déceler par l'analyse la moindre trace d'absorption d'oxygène et de dégagement d'acide carbonique[2]. De même, selon Maquenne, des graines de Panais desséchées, conservées deux ans dans un haut vide, n'ont subi aucune perte de leur pouvoir germinatif, alors que les graines témoins conservées à l'air libre étaient mortes depuis longtemps.

Ces graines de Panais, perdant leur pouvoir germinatif au bout de six mois, avaient donc, à la suite de leur déshydratation et de leur mise à l'abri de toute oxydation, quadruplé la durée de leur vie latente.

---

[1] Maquenne : *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXXIV, p. 1243 ; t. CXXXIV, p. 208.

[2] Paul Becquerel : Sur les échanges gazeux des graines. *C. R. Acad. des Sc.*, 10 décembre 1906.

En se basant sur tous ces résultats, Maquenne estime que la respiration cellulaire s'arrête dans le vide et que, sous l'influence de la dessiccation, la graine passe de l'état de vie ralentie à l'état de vie suspendue, où toutes les fonctions végétatives cessent de s'accomplir. Cette conclusion, qu'appuient toutes mes recherches précitées, paraît bien conforme à la réalité. Mais beaucoup de physiologistes partisans de la doctrine de la continuité des phénomènes vitaux ne veulent pas l'accepter.

Ils nous opposent les objections suivantes[1] :

« Dans cette question des échanges gazeux, surtout s'ils sont intracellulaires, comment pouvez-vous trancher entre peu et rien?

« Qui vous dit que vos procédés d'analyse soient suffisants pour les mettre en évidence? *Là où l'expérience hésite, la doctrine affirme.* Elle admet *a priori* que le mouvement d'assimilation ne subit ni arrêt ni reprise, mais suit une marche continue. »

Evidemment, il est bien difficile de prouver l'arrêt complet des phénomènes de la vie dans les organismes en vie latente.

Cependant, il faut reconnaître que le vide et la deshydratation, poussés jusqu'à leur plus extrême limite, doivent singulièrement ralentir les échanges de matière et d'énergie dans les protoplasmas.

Si, à ces deux actions déjà très influentes, on en ajoute une troisième, celle des basses températures, la suspension de la vie ne sera-t-elle pas expérimentalement réalisée?

VII. — L'action des basses températures.

L'action des basses températures sur les graines et les spores des bactéries a été étudiée depuis une trentaine d'années par de nombreux observateurs, dont les principaux sont Raoul Pictet, Casimir de Candolle, Brown et Escombe, Dyer, Mac Fadyen. Ces savants ont prouvé que les graines et les spores, dans leur état de dessiccation naturel, supportent sans périr des températures allant de — 190° à — 250°.

Nous-même, afin de nous rendre compte de l'influence de l'état d'hydratation de la graine, de sa décortication et de ses réserves gazeuses, dans sa résistance aux basses températures, nous avons retrouvé des résultats analogues. Les expérimentateurs précités, croyant que les phénomènes physiques et chimiques sont complètement supprimés par les basses températures, ont pensé que la vie latente des graines et des germes plongés dans l'air ou l'hydrogène liquides devait être une vie parfaitement suspendue. Or cette opinion doit être accueillie avec quelques réserves. Certaines réactions chimiques peuvent avoir encore lieu aux basses températures. Dewar et Moissan n'ont-ils pas démontré que du fluor solide, en contact avec l'hydrogène liquide, se combine à — 250° en faisant explosion?

D'autre part, Svante Arrhenius[1] n'admet pas non plus à cette température la suppression des réactions chimiques. Il estime que les réactions chimiques particulièrement liées à la perte du pouvoir germinatif des graines doivent être très ralenties par le froid. En s'autorisant des expériences de Nyman et Madsen, où l'on voit les spores du Charbon se développer deux fois plus vite, quand la température augmente de 10°, l'éminent physicien suédois formule une hypothèse ingénieuse, selon laquelle le ralentissement de la vie doit être deux fois plus grand, dès que la température s'abaisse de 10° centigrades.

D'après cette règle, la puissance germinative des spores ne diminuerait pas plus pendant trois millions d'années à — 220° que pendant une seule journée à + 10° C.

En acceptant ce calcul et en l'appliquant aux graines macrobiotiques qui vivent cent ans à une température de 10°, leur vie latente, tant qu'elle se trouverait soumise à la température de — 220°, pourrait se prolonger pendant deux cent milliards d'années!

C'est là un nombre qui dépasse tous ceux qu'on a admis pour la durée de la vie à la surface de la Terre, et même pour le temps de l'évolution de notre système solaire.

Si les phénomènes physiques et chimiques de la vie sont aussi considérablement ralentis, on conçoit alors que nous ne puissions pas les déceler expérimentalement.

Mais comme, dans toutes les expériences avec les basses températures sur lesquelles s'appuie Arrhénius, il s'agit de germes à l'état de dessiccation naturelle, renfermant par conséquent une quantité d'eau de 5 à 12 °/₀ de leur poids, il est toujours intéressant de se demander ce qui se passerait si on opérait avec des semences desséchées soumises au vide le plus extrême et subissant en même temps l'action des plus basses températures. C'est ainsi qu'avec le précieux concours du savant physicien de Leyde M. Kammerlingh Onnes, qui a bien voulu mettre à ma disposition les ressources de son admirable laboratoire cryogène, ont pu être soumises pendant trois semaines à la température de l'air liquide et ensuite pendant soixante-dix-sept heures à celle de l'hydrogène liquide (— 250°) des graines décortiquées préalablement desséchées de Luzerne,

[1] Dastre : *La vie et la mort*, p. 226 (Flammarion, Paris). M. Dastre, que j'ai consulté à ce sujet, accepte maintenant ma manière de voir. (Note de M. P. B.)

[1] Svante Arrhenius : *L'évolution des mondes* (traduction Seyrig), p. 138.

de Moutarde, de Blé, des spores de Mucor, de Rhizope, d'Aspergile et de diverses bactéries enfermées dans des tubes scellés où le vide le plus puissant avait été réalisé[1].

Toutes ces graines au bout d'un an, les spores après deux ans de séjour dans le vide, une fois ensemencées, donnèrent de belles germinations.

Dans ce cas très spécial où la cellule a été privée d'eau et de gaz, où ses diastases ont été desséchées, où le protoplasma a perdu son état de solution colloïdale, au moins pendant que régnaient simultanément le vide, la sécheresse et les basses températures, on ne peut guère affirmer que sa vie latente est une vie ralentie.

Une vie sans eau, sans air, sans échanges gazeux, sans molécules colloïdales, en suspension dans un liquide, me paraît paradoxale. Les phénomènes vitaux de l'assimilation et de la désassimilation protoplasmiques étant rendus momentanément impossibles, je crois que la véritable vie latente, telle que la concevait Claude Bernard, c'est-à-dire la suspension de la vie, dans ces conditions particulières, a été réalisée.

VIII. — Les conséquences physiologiques de la suspension de la vie.

S'il en est ainsi, la loi de la continuité des phénomènes vitaux subit une certaine atteinte.

En effet, les phénomènes de la vie, qui depuis leur apparition sur la Terre se sont transmis sans arrêt de génération en génération pendant des millions de siècles en ne faisant seulement que se ralentir dans les germes, viennent pour la première fois, sous l'influence de conditions exceptionnelles, d'être interrompus dans certaines cellules, sans que pour cela on ait porté préjudice à leur retour. En outre, ces faits nous montrent que l'on ne peut pas confondre un organisme complètement inerte pendant sa vie latente avec un organisme mort. Bien qu'au premier examen une graine sèche et une graine morte paraissent identiques, il y a une grande différence. Le protoplasma de la graine morte a subi une modification chimique irréversible telle que, si on le place dans des conditions favorables à son développement, tous les phénomènes physiques et chimiques de l'assimilation et de la désassimilation ne peuvent plus se produire.

Par contre, le protoplasma de la graine en vie latente, sous les actions combinées du vide, de la sécheresse et du froid, n'a éprouvé qu'une modification physique qui n'a en rien altéré sa composition chimique. C'est une modification réversible qu'il a reçue, puisque, si on lui redonne de l'eau, des gaz et la température nécessaire, ses substances reprennent leurs propriétés et tous les phénomènes physicochimiques de son activité vitale réapparaissent.

La preuve expérimentale de cette interruption de la vie, sans porter préjudice à son retour et sans qu'aucun indice puisse faire soupçonner l'existence d'une limite à sa prolongation aussi bien dans les graines que dans les spores, est encore un excellent argument contre certaines doctrines néovitalistes. Cela démontre la réalité du rigoureux déterminisme des phénomènes vitaux et prouve le peu de solidité de la définition de la vie acceptée et propagée par des savants comme Grasset, Bundge, Reinke, Lodge[1].

Selon la définition de ce dernier auteur, que l'on trouve dans son petit ouvrage « La vie et la matière », la vie serait une force particulière, « une puissance directrice spéciale issue d'un monde où la Physique et la Chimie n'auraient aucune part, monde qu'il nous est impossible de connaître avec le secours de nos sens. »

Or, d'après les résultats de toutes nos expériences, qui confirment les idées géniales de Claude Bernard, on ne peut plus affirmer que la vie est un principe, ni une force directrice mystérieuse échappant au déterminisme des phénomènes naturels.

La vie n'est pas autre chose que le fonctionnement physicochimique extrêmement complexe des organismes protoplasmiques, causé par leurs rapports incessants, leurs échanges continuels avec les éléments de la matière et les différentes formes de l'énergie.

IX. — Les conséquences biologiques de la vie latente.

Cette étude sur la vie latente ne nous apporte pas seulement des précisions sur la nature de la vie et de la mort, mais elle touche aussi aux problèmes biologiques de la dissémination et de la conservation de la vie.

En effet, cette singulière propriété de la vie latente confère à tous les organismes qui la possèdent la faculté de traverser le temps et l'espace. Il est à remarquer que les graines qui conservent le plus longtemps leur faculté germinative sont presque toujours des graines lourdes, qui ne peuvent être emportées par le vent et qui doivent attendre enterrées, pendant un temps assez long, les circonstances favorables à leur germination et à leur croissance. La plupart de ces graines appartiennent aux familles des Légumineuses, des Né-

[1] Paul Becquerel : *C. R. Acad. des Sc.*, 19 avril 1909 et 30 mai 1910.

[1] Lodge : *La vie et la matière*. Alcan, Paris, 1907.

lombiées, des Myrtacées, des Malvacées, des Cistinées. La même remarque s'applique aux œufs de certains Crustacés, qui se déposent dans les boues des fossés, des mares, des torrents souvent à sec. Ainsi Giard, dans ses recherches sur l'anhydrobiose, nous apprend que des œufs d'*Apus* desséchés ont attendu douze ans, sans périr, l'arrivée de l'eau nécessaire à leur éclosion.

Beaucoup de Bactéries profitent de leur état de vie latente pour attendre pendant des années le moment favorable à leur multiplication. C'est de cette manière qu'apparaissent soudainement de dangereuses épidémies.

Comme l'a montré Pasteur, les spores d'un mouton charbonneux enterré, quand elles sont ramenées sur le sol par les vers de terre, engendrent tôt ou tard un pâturage fatal aux troupeaux. De même, les maisons maudites où l'on meurt de tuberculose de génération en génération, malgré les désinfections insuffisantes et les nombreux changements de locataires, sont dues à la présence des bacilles desséchés dans les poussières que l'on absorbe au moment du nettoyage.

Cette persistance de la vitalité des cellules peut également se rencontrer dans les tissus de notre organisme et être très précieusement utilisée. C'est ce que nous démontrent aujourd'hui les belles recherches du docteur Carrel. Ce savant, s'inspirant des expériences de Paul Bert dont j'ai déjà parlé, a réussi à conserver à l'état de vie latente certains tissus recueillis aseptiquement sur des cadavres frais, tels que des fragments de peau, de cornée, de vaisseaux sanguins, de tissus osseux. Ces tissus, placés à l'abri de l'air dans de la vaseline stérilisée à une température de 3 à 5°, ont conservé pendant quarante jours leur vitalité et par conséquent la possibilité de servir de greffe. Une semblable méthode, lorsqu'elle aura reçu quelques perfectionnements, rendra à la chirurgie d'inestimables services.

D'autres conséquences biologiques se dégagent encore de la conservation de la vie latente, surtout lorsqu'elle est sous l'influence des basses températures.

De cette manière, des germes arrêtés dans leur développement peuvent être en ce moment soustraits aux actions des causes complexes qui déterminent leur évolution. Des sondages effectués sur des continents couverts de glace, comme au Pôle sud et au voisinage du Pôle nord, où la température oscille entre —40 et —60°, nous permettront peut-être de recueillir des graines ou des spores vieilles de plusieurs milliers d'années ayant conservé sous l'action du froid leur faculté germinative.

Arrhénius, dans ses déductions, va encore plus loin. Il pense que la vie latente est suffisante pour donner aux germes la puissance de traverser sains et saufs, pendant une durée presque illimitée, le vide glacial des espaces interstellaires.

Pour le démontrer, le savant suédois a formulé son ingénieuse théorie de la panspermie interastrale. Nous avons déjà eu l'occasion d'exposer et de discuter ailleurs cette hypothèse[1].

Malheureusement, les mondes ne peuvent pas s'ensemencer entre eux avec l'aide des germes en vie latente propulsés par la lumière, non seulement parce que l'action des rayons ultra-violets stellaires à l'intérieur des systèmes solaires et même dans l'atmosphère des planètes est trop dangereuse, mais encore parce qu'il faut un concours de circonstances extraordinaires bien peu vraisemblables. Il faut donc chercher d'autres modes de propagation des germes dans l'Infini. En attendant leur découverte, il ressort de nos recherches sur la vie latente, au point de vue de l'avenir de la vie sur le globe, une conclusion qui, malgré sa grande probabilité, ne laissera pas de nous étonner.

C'est que le jour où le Soleil s'éteindra, où tous les gaz de notre atmosphère auront disparu, comme cela eut lieu pour la Lune, quand la vie active sera détruite, à la surface de la Terre la vie latente pourra encore longtemps subsister.

En effet, à ce moment, se trouveront réalisés par la Nature le vide, la sécheresse, les basses températures, ces trois conditions conservatrices des germes que nous avions effectuées simultanément dans nos expériences. Alors sur cette planète refroidie, inhabitable, errant dans la nuit des espaces cosmiques, que deviendront les graines, les œufs, les spores enterrés? Si la planète se trouve captée par un nouveau système solaire se produira-t-il, sous l'action des nouvelles radiations, une atmosphère et un réveil de la vie latente, début d'une nouvelle évolution des êtres? Cette éventualité n'arrivant pas, la planète se morcellant à la suite d'un choc ou d'une explosion, ses débris chargés de germes, comme le croit Lord Kelvin, ensemenceront-ils d'autres mondes?

Pour notre part, nous ne le pensons pas, parce que jusqu'à présent l'étude des météorites ne justifie pas cette conjecture. Et c'est dommage, car la vie latente, qui est une véritable providence pour la conservation terrestre des êtres, aurait été le meilleur procédé que la Nature pouvait employer pour conférer à certaines espèces animales et végétales une sorte d'immortalité dans le ciel!

Paul Becquerel,
Docteur ès Sciences.
Chargé d'Enseignement pratique de Botanique
à la Faculté des Sciences de Paris.

[1] Paul Becquerel : La panspermie interastrale devant les faits. *Revue scientifique* du 18 février 1911, et *C. R. Acad. des Sciences*, 4 juillet 1910.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laboureur (M.), *ingénieur.* — **Cours de Calcul algébrique, différentiel et intégral.** Leçons de mathématiques a l'usage des ingénieurs. — 1 *vol. in-8° de* 520 *pages avec* 334 *figures.* (*Prix relié* : 15 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1913.

Ce cours contient toutes les matières qui peuvent être utiles à un ingénieur ou à un élève-ingénieur. Il suppose la connaissance des Mathématiques élémentaires, dont il se borne à rappeler les résultats indispensables à son objet propre.

Dans l'étude du Calcul différentiel et intégral, l'auteur n'a pas cherché une rigueur absolue dans les démonstrations ; son but a été plutôt de donner des définitions et des formules claires, et de les faire saisir par un grand nombre d'exercices et d'applications.

En somme, son livre constitue bien avant tout un cours de calcul, enseignant la méthode la plus rapide pour arriver à un but déterminé. Il pourra rendre également des services à ceux qui se destinent à l'étude des sciences physiques.

Lumet (G.) *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Essais et réglage des moteurs.** 2e *édition.* — 1 *vol. in-8° de* 212 *pages avec figures.* (*Prix* : 5 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat. Paris*, 1913.

Le passage du moteur au banc d'essais est pour l'ingénieur une source d'enseignements précieux.

Il lui permet tout d'abord de vérifier ses prévisions et même de rechercher si son moteur ne peut pas donner plus que ce que, prudemment, on escomptait de lui.

C'est au banc d'essais que le moteur montre ses points faibles, qu'il nous apprend que tel ou tel de ses organes, dont la conception est imparfaite, doit être surveillé ou modifié.

Aussi la direction d'un essai nécessite-t-elle des qualités d'observation, de méthode et une connaissance approfondie du moteur. Les travaux du banc d'essais sont pour le jeune ingénieur une excellente école.

Le livre de M. Lumet, dans lequel il a résumé les leçons professées à l'Ecole Supérieure d'Aéronautique, est destiné à donner à des élèves-ingénieurs les notions essentielles à l'exécution d'un essai. L'auteur y étudie successivement les formules de prédétermination de la puissance, les différents appareils de mesure, le réglage des différents organes, les essais proprement dits et les mesures que l'on doit effectuer pour déterminer les caractéristiques du moteur.

Le lecteur trouvera dans ce livre beaucoup de renseignements utiles, des données intéressantes. Il pensera peut-être, comme nous, que l'auteur ne l'entretient pas assez du fonctionnement du moteur, et surtout des causes du mauvais fonctionnement, qui se présentent fréquemment aux essais. Une leçon relative à cette importante question eût pu remplacer, à notre avis, une des quatre leçons sur les appareils de mesure.

Les chapitres relatifs au réglage des organes du moteur gagneraient à être complétés par quelques chiffres pouvant servir de base au débutant devant le banc d'essai.

Nous devons savoir gré à M. Lumet de nous faire profiter de sa grande expérience : les livres du genre de celui qu'il nous présente sont trop rares pour que nous n'accueillions pas celui-ci avec plaisir.

P. Lorain,
Ancien Ingénieur de la Marine,
Ingénieur aux Etablissements Delaunay-Belleville.

Compte rendu du XLIIe Congrès des délégués et ingénieurs de l'Union internationale des Associations de surveillance des chaudières à vapeur, tenu à Munich, du 26 au 28 juin 1912. *Traduction française des Mémoires par M.* **L. Descroix**, *ingénieur.* — *In-8° de* 275 *pages avec figures et planches.* (*Prix* : 8 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1913.

Ce Congrès, auquel participaient les associations des propriétaires d'appareils à vapeur de Paris, d'Amiens, de Lille, de Lyon, de Nancy et de Reims, a passé en revue un certain nombre de questions techniques qui sont d'actualité dans le domaine des chaudières et des machines. Il nous suffira de citer les plus importantes, c'est-à-dire celles qui ont donné lieu à des discussions développées, pour montrer l'intérêt que présente pour les spécialistes la lecture de cet ouvrage :

Etude des tôles de chaudières avariées, essais de soudure autogène, influence des tensions qui se produisent dans les matériaux par le rivetage et qui peuvent provoquer la formation de fissures aux trous de rivets, défauts d'étanchéité des soupapes de distribution de la machine à vapeur à piston, incertitude de l'appréciation des matériaux d'après les résultats de l'essai au choc sur barreaux entaillés, extension des divers systèmes de surchauffe de la vapeur, emploi et utilité des économiseurs, influence de la circulation d'eau sur la transmission de la chaleur dans les économiseurs, extension et utilité des installations de tirage artificiel, économie de combustible par rapport au tirage naturel, comparaison des foyers intérieurs et extérieurs pour le chauffage à la houille, installations pour le transport du charbon et des cendres dans les petites chaufferies, avantages et inconvénients de l'alimentation dans le réservoir de vapeur, influence de la température de la vapeur sur la consommation des machines à vapeur surchauffée, etc.

Le Congrès a ensuite établi le programme des questions à discuter au Congrès suivant tenu à Moscou.

Emile Demenge,
Ingénieur Civil.

2° Sciences physiques

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, *publiés sous l'autorité du Comité international des Poids et Mesures par le directeur du Bureau. T. XV. — Un fort vol. in-4° de* 666 *pages.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1913.

Ce volume, le quinzième d'une collection dans laquelle est résumée l'histoire de la Métrologie moderne, et qui ne devrait manquer à aucune bibliothèque scientifique, contient trois mémoires consacrés à des recherches de haute précision, puis les comptes rendus de la Quatrième Conférence générale des Poids et Mesures et un Rapport annexe sur les récents progrès du Système métrique.

On n'a point oublié l'intérêt que suscita, il y a quelque vingt ans, l'application qui fut faite, au Bureau international des Poids et Mesures, des belles méthodes imaginées par M. Albert-A. Michelson, en vue d'une détermination précise des longueurs d'ondes lumineuses fondamentales. Jusqu'alors, les résultats de Rowland, considérés comme les meilleurs qu'eût fournis la méthode des réseaux, étaient universellement acceptés. Mais les procédés interférentiels permettaient des déterminations beaucoup plus précises, auxquelles l'outillage métrologique du Bureau international, joint à l'expérience de son personnel scien-

tifique, devaient apporter un appoint fort appréciable. Ce nouvel examen de la question fit connaître que les nombres de Rowland comportaient une erreur de 1/30000 environ, dont la partie principale était attribuable à la détermination de la valeur absolue du réseau, et la petite fluctuation à ses irrégularités. Le nouveau résultat, de son côté, semblait exact au millionième près. C'est de ce travail que date réellement la spectroscopie de haute précision, ainsi que la possibilité d'emploi des radiations lumineuses aux mesures de grande exactitude.

Mais les procédés de Michelson étaient encore d'une application peu commode. Après avoir déterminé la valeur absolue d'un petit étalon, on la reportait sur un étalon double, que l'on doublait à son tour, et ainsi de suite, pour arriver à l'étalon de 100 millimètres. Déplaçant celui-ci dix fois de sa propre longueur, on comparait au mètre le chemin ainsi parcouru.

L'ensemble de ces opérations exigeait un temps très considérable, qu'il y avait le plus grand intérêt à réduire. C'est ce que permet l'emploi de la méthode des franges de superposition, qu'ont appliquée MM. Benoît, Perot et Fabry, et qu'ils décrivent, avec la belle application qu'ils en ont faite, dans le mémoire par lequel débute ce Volume, sous le titre : *Nouvelle détermination du rapport des longueurs d'onde fondamentales avec l'unité métrique*. Ici, les étalons interférentiels se composent non plus, comme dans le procédé Michelson, de deux glaces superposées et décalées, mais de deux glaces en regard, semi-argentées, et entre lesquelles se produisent directement les phénomènes d'interférence. Deux étalons, dont l'un est approximativement double de l'autre, peuvent être comparés entre eux au moyen du même faisceau de lumière blanche, qui les traverse tous deux, en même temps qu'une lame compensatrice constituée par deux lames en regard, très faiblement inclinées l'une sur l'autre. De semblables comparaisons sont faites ainsi, de proche en proche, entre l'étalon de 1 mètre et celui de 62,5 millimètres, que l'on détermine en fonction de la lumière rouge du cadmium, tandis que, d'autre part, on compare l'étalon interférentiel de 1 mètre avec un étalon à traits, en utilisant le tracé pratiqué sur la tranche supérieure des glaces du premier. L'opération est ainsi extrêmement rapide, et la similitude des conditions de température et de pression dans toute sa durée rend les réductions négligeables.

Les déterminations actuelles ont pu bénéficier d'un autre avantage, résultant d'un progrès réalisé entre temps dans un tout autre domaine. Les étalons étaient faits en *invar*, et, comme le coefficient de dilatation de ce curieux alliage est très voisin du coefficient de variation de l'indice de l'air, la longueur optique des étalons interférentiels dans l'air était à peu près indépendante de la température; elle ne dépendait que de la pression.

La conclusion de tout le travail est contenue dans l'indication suivante : la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, dans l'air, à 15° de l'échelle normale et sous la pression atmosphérique normale, est égale à 0 μ, 643 846 96. Circonstance heureuse, ce nombre concorde au delà du dix-millionième avec le résultat des mesures de MM. Michelson et Benoît.

Les deux mémoires suivants : *Premières déterminations des étalons à bouts au Bureau international*, par M. Ch. Ed. Guillaume, et *Etudes sur les étalons à bouts*, par M. A. Pérard, sont consacrés à une question qui a pris une grande importance pratique dans ces dernières années, celle des étalons industriels de longueur.

C'est à la Section technique de l'Artillerie de l'Armée française que l'on doit d'avoir ramené l'intérêt sur cette question des étalons industriels de longueur, et d'avoir créé les appareils automatiques de comparaison de ces derniers. Mais il fallait d'abord posséder des types d'étalons de diverses longueurs, dont la valeur absolue fût connue avec précision, et c'est dans ce but que furent entrepris au Bureau international, dès l'année 1895, les travaux que décrit M. Guillaume. L'étalon à bouts que l'on veut étudier est inséré entre deux palpeurs, dans un appareil construit en vue de la détermination de la masse du décimètre cube d'eau [1]. En principe, l'expérience est extrêmement simple, mais la haute précision exigée du résultat, jointe aux nombreuses causes d'erreur qu'il faut éliminer, la rendent, en fait, extrêmement délicate. Les concordances auxquelles arrive l'auteur affirment la réalité d'une fraction de micron dans les équations ainsi établies.

Un nouveau réglage de l'appareil à palpeurs, fait par M. Guillaume en vue de la deuxième détermination de la masse du décimètre cube d'eau, a permis à M. Pérard de reprendre la détermination des mêmes étalons avec une plus grande sécurité. Il a, de plus, appliqué à la mesure des broches la méthode d'Airy, ingénieusement adaptée à ce problème particulier; une étude très détaillée du comparateur Hartmann, employé aux comparaisons des étalons à bouts entre eux, lui a permis de tirer, de ce remarquable instrument, toute l'exactitude qu'il comporte.

Les mêmes étalons ayant été déterminés par M. Guillaume, puis par M. Pérard, à plusieurs années de distance, il est intéressant de noter que les écarts de l'ordre du micron entre les deux séries sont tout à fait exceptionnels.

La *Revue* a résumé les travaux de la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie en 1907 [2]; le Compte rendu détaillé, dû à son éminent secrétaire, M. Blaserna, est le document officiel dans lequel on puisera, comme pour les autres conférences, les textes précis qui devront avoir force de loi dans les pays ayant adhéré à la Convention du Mètre.

Les *Récents Progrès*, exposés dans un rapport présenté à la Conférence par M. Guillaume, et mis en vente séparément, dès le début de l'année 1908, donnent un tableau de la situation présente du Système métrique et de sa marche en avant, sous son double aspect métrologique et législatif. On y voit poindre déjà la tendance à l'extension des lois métriques, autour de laquelle on a tant discuté dans ces derniers mois. C'est dans ce Rapport que s'affirment aussi les premières étapes de la réforme du carat, partout accomplie depuis lors. On y voit enfin se préciser la lutte entre les métristes et anti-métristes dans les pays anglo-saxons. Le progrès y est sans doute peu rapide, mais il est continu, et donne les meilleurs espoirs.

L. B.

Bauer (Dr Hugo). — **Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloiden** (L'ÉTAT ACTUEL DE LA SYNTHÈSE DES ALCALOÏDES VÉGÉTAUX). — 1 *vol. in*-8° *de* 144 *pages*. (*Prix* : 5 fr. 60). *Vieweg und Sohn, éditeurs. Brunswick*, 1914.

Les bases végétales que l'on désigne sous le nom d'alcaloïdes doivent à leur commune origine, ainsi qu'à leurs remarquables propriétés physiologiques, d'avoir toujours formé un groupe à part dans la classification des composés organiques. De nombreuses monographies en ont été publiées, les unes traitant le sujet dans toute sa généralité, les autres s'attachant à certains points spéciaux : action physiologique, extraction, recherche toxicologique, constitution chimique, etc. Le livre de M. Bauer rentre dans cette dernière catégorie; il envisage les alcaloïdes au seul point de vue des synthèses qui en ont été réalisées; sujet fort intéressant, sans contredit, et présentant un caractère indéniable d'actualité. En effet, après avoir, pendant près d'un siècle, consacré une somme considérable de travail à établir la structure moléculaire, souvent fort compliquée, des principaux alcaloïdes, les chimistes ont pu songer à les reproduire par les pro-

[1] Voir la *Revue*, t. XIX, p. 262.
[2] T. XVIII, p. 814.

cédés de plus en plus perfectionnés de la synthèse organique. Dans beaucoup de cas, leurs efforts ont été couronnés de succès. S'il est vrai que quelques-unes des bases végétales les plus importantes en thérapeutique, comme la quinine, la morphine, la strychnine, ont résisté jusqu'ici à toutes les tentatives de synthèse, une trentaine d'autres, en revanche, ont pu être reproduites de toutes pièces, *in vitro*, à partir de leurs éléments; telles sont, en particulier, la pipérine, la cicutine, la nicotine, l'atropine, la caféine, la berbérine, plusieurs alcaloïdes de l'opium, etc.

M. Bauer s'est donné pour tâche de rassembler les principales données relatives à ces synthèses, données qui se trouvaient éparses dans la littérature chimique. Il les a puisées aux sources originales et les a fidèlement transcrites, en les résumant et en les accompagnant de tableaux schématiques, qui en font ressortir les grandes lignes. Le lecteur peut ainsi, d'un rapide coup d'œil, se rendre compte du point de départ choisi et de la marche suivie dans chacune de ces synthèses. Il peut se former une image nette du travail déjà considérable qui a été accompli dans ce domaine.

On doit donc savoir gré à M. Bauer de nous avoir donné ce tableau d'ensemble, très clair et complet. Mais il est permis de regretter en même temps qu'il ait cru devoir se limiter au strict exposé des résultats expérimentaux. On aurait désiré trouver dans son livre quelques considérations d'un ordre plus général, une étude critique des méthodes employées, quelques indications sur leur utilisation possible dans le domaine industriel. Une comparaison entre ces méthodes purement chimiques et les processus biologiques qui édifient les mêmes molécules dans les tissus de la plante vivante, eût pu fournir aussi matière à un chapitre fort intéressant. Toutes ces questions ont été abordées par les auteurs que M. Bauer cite; en les traitant à son tour, il eût introduit une source d'intérêt de plus dans un sujet qui, réduit à une simple énumération de réactions chimiques, reste forcément un peu aride. A. P.

3° Sciences naturelles

Martin (Percy F.). — **La Grèce nouvelle.** — *Adapté de l'anglais par* Th. Pontsevrez. — *1 vol. in-8° de XVI+294 pages, avec 12 planches de photographies hors texte.* (*Prix*: *4 fr.* 50.) *Librairie E. Guilmoto, Paris*, 1914.

La Grèce ancienne nous est certainement plus familière que la Grèce moderne et contemporaine; son brillant passé, ses ruines remarquables absorbaient tout l'intérêt des voyageurs au détriment de son état actuel. La dernière guerre balkanique est en train de produire un revirement et d'attirer l'attention sur le vaillant petit pays, qui vient de retrouver sa gloire d'autrefois et de reconquérir une partie de son ancien territoire.

Le livre de M. Percy F. Martin est une preuve de cette transformation d'opinion. Il est tout entier consacré à la Grèce nouvelle, à sa rénovation depuis la guerre de l'Indépendance, à partir de laquelle tout fut à recommencer, à reconstruire, à cultiver de nouveau, et cela sans secours pratique de la part de ses voisins, sans avance financière des grands pays européens. Avec une grande abondance de chiffres, l'auteur montre les progrès réalisés. Dans une suite de chapitres très documentés, il étudie successivement la cour et le gouvernement, l'armée et la marine, les finances, les ressources budgétaires, les banques, le change et la monnaie, l'instruction publique, l'émigration, les cultes, la langue, la presse et la politique, l'état économique et social : agriculture, mines, industries, chemins de fer. Toutes ces études, pleines d'observations originales et personnelles, sont complétées par la description de la capitale et des régions les plus intéressantes : Patras, Kalamata, Nauplie, Argos, Tripolis, Phthiotide et Phocide, Livadia, Trikala, les îles Ioniennes, l'Eubée, les Cyclades, les Sporades et la Crète.

Ce livre, que le voyageur et l'économiste consulteront avec profit, est un hommage mérité à l'effort tenace et persévérant du peuple grec, qui est loin encore d'avoir donné toute sa mesure. Son récent accroissement territorial et l'appui financier qu'il a trouvé chez nous l'aideront à développer toutes les possibilités qu'il renferme, à améliorer la mise en valeur de son sol en réduisant son émigration, à étendre ses chemins de fer en les réunissant au réseau de l'Europe centrale, à devenir encore plus le transporteur et le commerçant par excellence de la Méditerranée orientale, où il a essaimé sur toutes les côtes levantines.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

Cramer (Dr P.-J.-S.). — **Gegevens over de Variabiliteit van de in Nederlandsch-Indië verbouwde Koffie-Sorten.** — *1 vol. in-8° de 696 pages avec figures et diagrammes. G. Kolff et Cie. Batavia*, 1913.

Les variations diverses que peuvent présenter les organes d'une plante donnée, sans avoir une importance capitale, ne sont cependant pas négligeables : les unes, qui se rencontrent sur le même individu, sont évidemment provoquées par les causes intrinsèques; les autres, constatées sur des individus distincts, sont la conséquence de différences d'exposition, de composition chimique du sol ou d'un certain nombre d'autres causes extrinsèques.

Le Dr Cramer, avec une persévérance qu'il convient de louer, a étudié en détail les organes de diverses espèces ou variétés de caféiers cultivées aux Indes Néerlandaises, soit dans les exploitations agricoles, soit dans les champs d'expériences, et il a noté avec soin toutes les variations présentées par les divers organes, en particulier par les feuilles, les fruits et les graines.

Pour chaque espèce ou variété étudiée, l'auteur fournit une description détaillée; mais c'est malheureusement une description personnelle, qui peut très bien ne pas être rigoureusement conforme à la diagnose donnée par le botaniste qui a créé l'espèce ou la variété.

Sans aucun doute, ces descriptions, complétées par d'abondantes mensurations d'organes, permettront aux planteurs, sinon de déterminer exactement les caféiers qu'ils cultivent, du moins de les rapprocher des variétés décrites par le Dr Cramer et qui ont servi de point de départ aux variétés cultivées à Java.

Au point de vue purement botanique, le travail du Dr Cramer fournit de nombreux exemples des variations parfois considérables que peuvent présenter les dimensions des divers organes d'une plante et, s'il est permis d'en tirer une conclusion, c'est que les dimensions absolues n'ont qu'une valeur spécifique limitée; elles ne sont réellement à prendre en considération que si elles portent sur un nombre respectable d'organes de même nature. Prises séparément, elles ne constituent que des caractères individuels; seuls, les botanistes sans expérience leur accordent une certaine valeur. Le travail copieusement documenté du Dr Cramer est une véritable mine de preuves à l'appui de ce que nous avançons; aussi l'auteur a-t-il bien soin de multiplier ses mensurations et de construire des diagrammes, afin de faire mieux ressortir les données numériques les plus habituelles caractérisant les espèces et les variétés.

Henri Lecomte,
Professeur au Muséum.

Roule (L.), *Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Traité de la Pisciculture et des Pêches.** — *1 vol. gr. in-8°, de 734 pages, avec 301 figures dans le texte.* (*Prix* : *20 fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1914.

Le *Traité de la Pisciculture et des Pêches* de M. L. Roule se distingue de toutes les œuvres similaires

actuellement connues en France, par l'esprit dans lequel il a été conçu. L'auteur s'efforce de montrer et de démontrer que l'industrie piscicole, pour être rationnelle, doit tenir le plus grand compte des résultats des études biologiques poursuivies avec tant d'ardeur depuis un quart de siècle et encore bien incomplètes aujourd'hui. Un lexique des principaux termes techniques ne laisse subsister aucune difficulté de vocabulaire. Pour faciliter davantage encore aux non-initiés la lecture de l'ouvrage, M. L. Roule a supprimé presque complètement les indications bibliographiques, qui, il faut le reconnaître, eussent surchargé le traité déjà volumineux. Peut-être, cependant, l'auteur a-t-il péché en cela par excès de modestie; car, même parmi les zoologistes, combien y en a-t-il qui soient au courant des recherches de tout ordre relatives aux Poissons comestibles, faites non seulement en France, mais aussi dans les pays scandinaves, en Angleterre, en Allemagne, aux Etats-Unis, etc., et surtout des « Publications de circonstance » et des « Rapports » du « Conseil permanent international pour l'exploration de la mer »? Sauf pour les spécialistes, il est impossible de discerner, dans l'ensemble, la contribution personnelle de l'auteur à qui on doit sur le sujet, outre des publications purement scientifiques, des enquêtes approfondies faites sur place et relatives au Saumon, au Thon et à l'Anguille.

Il n'est pas aisé de donner une brève analyse d'une œuvre aussi étendue, malgré l'ordre et la méthode dont elle est toute remplie. La première partie — plus du quart de l'ouvrage — est exclusivement réservée à l'étude des « Poissons dans la nature et dans leurs relations avec la pisciculture et les pêches ». La vie dans le milieu aquatique y est examinée sous toutes ses faces. Le plancton y tient forcément une large place; les travaux auxquels ont donné lieu les analyses qualitatives et quantitatives des animaux flottant dans la masse des eaux marines y sont résumés.

Les Poissons sont ensuite considérés au double point de vue morphologique et physiologique. Une mention spéciale est accordée aux écailles, étudiées si attentivement dans leurs stries d'accroissement en rapport avec l'âge de l'animal. Un long chapitre est consacré aux tropismes, auxquels l'auteur attache une très haute importance; il y revient en divers points de son exposé et surtout dans la recherche des causes des déplacements des Poissons migrateurs. Parmi tant de tropismes qui interviennent dans la vie de ces êtres, il en est deux qu'il faut signaler particulièrement. Ce sont le thermotropisme et le chimiotropisme. Certaines espèces, dites *eurythermes*, peuvent vivre dans des eaux à températures très diverses; d'autres, dites *sténothermes*, ne peuvent supporter que de faibles variations de température. Un petit nombre de Poissons passent des eaux salées aux eaux douces et inversement: ce sont les *euryhalins* comme le Saumon, l'Alose, l'Anguille; la plupart des autres ne peuvent s'accommoder de salures aussi différentes (*sténohalins*). En ce qui concerne la reproduction des Poissons, le chapitre relatif aux œufs, de si haute importance en matière de pisciculture, est fort développé. Depuis la découverte, faite par Michael Sars, des œufs flottants de la Morue, que d'études de premier ordre, notamment par Mac Intosh et Ehrenbaum, ont été entreprises sur ces œufs et sur les alevins des couches marines superficielles! Dans la période d'incubation, la température a une influence décisive sur la durée du développement embryonnaire; il y a, pour chaque espèce, une relation entre la durée de l'incubation et la température (Tagesgrade, coefficient de journées).

Dans la seconde partie de son Traité, M. L. Roule expose ce qui a trait aux pêches et à la pisciculture marines. Au début, il résume les connaissances acquises au cours des recherches océanographiques, physiques et biologiques, des vingt dernières années surtout et concernant l'étendue des eaux marines, leur profondeur, leur densité, leur salinité, leur teneur en gaz dissous, la distribution de la température et de la lumière dans leur masse, les courants qui les sillonnent, etc. On sait quelles contributions ont apportées dans ce domaine, à des titres divers, les campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse-Alice* (Prince de Monaco), celle de la *Valdivia* (Chun) et surtout celles du *Michael Sars* (Sir John Murray, Hjort et leurs collaborateurs).

C'est dans les diverses zones du plateau continental que la pêche côtière et la pêche hauturière déploient toute leur activité; c'est là que vivent les Pleuronectidés ou Poissons plats et en outre les Gadidés, les Grondins, les Mullidés, etc. L'auteur rappelle ici tous les engins utilisés, depuis les lignes et les nasses de la pêche continentale, pour lesquelles les Chinois et les Japonais montrent tant d'ingéniosité, jusqu'aux filets de toutes formes et de toutes dimensions et aux immenses chaluts à plateaux (Otter Trawl des Anglais) de la pêche hauturière; cette dernière prend une ampleur rapidement croissante, grâce aux grands chalutiers à vapeur munis de chambres à glace et qui étendent leurs opérations de plus en plus au large.

Quant aux Poissons qui demeurent dans les eaux profondes et dont la physionomie est parfois si étrange, ils n'ont qu'un intérêt médiocre au point de vue de la pêche. Nombre de ces animaux possèdent des organes lumineux dont on a cherché à expliquer l'utilité pour l'animal. M. L. Roule s'élève à ce sujet contre le « finalisme anthropocentrique » dans lequel on verse si facilement, même parmi les plus farouches contempteurs du finalisme. Pour ce qui regarde la couleur des Poissons des couches profondes, leurs organes lumineux, leur distribution dans le sens vertical et dans le sens horizontal, la *Valdivia* et plus encore le *Michael Sars* ont fourni des documents d'un intérêt exceptionnel.

Une très grande part est faite, et à juste titre, dans le Traité de M. L. Roule, aux Poissons migrateurs, dont la pêche rapporte chaque année des centaines de millions de francs. Ces Poissons se rangent dans trois familles principales : les Clupéidés (Hareng, Sardine, Anchois), les Gadidés (Morue) et les Scombridés (Maquereau). La pêche du Hareng, l'industrie de sa préparation, le commerce auquel il donne lieu ont une importance « mondiale »; c'est ce qui justifie les investigations de tant de chercheurs qui se sont attachés à élucider son histoire aussi complètement que possible, notamment Heincke, Hjort et Lea, Cligny, etc. La Sardine et l'Anchois font vivre également des milliers et des milliers de familles, tant sur les côtes de l'Atlantique que sur celles de la Méditerranée; d'après le très récent travail de mise au point de P.-P.-C. Hoek, il reste encore bien des obscurités dans nos connaissances sur la biologie de la Sardine. Au point de vue économique, la Morue offre encore plus d'intérêt que le Hareng; c'est le Poisson qui se consomme le plus, dans le plus grand nombre de pays. Pour les Norvégiens, les Gadidés ont une importance primordiale; c'est à eux — et en particulier à l'un de leurs collaborateurs du *Michael Sars*, le naturaliste belge D. Damas — qu'on doit en grande partie ce que nous savons de leur biologie et surtout de leurs migrations de concentration et de dispersion. Les déplacements des Poissons migrateurs ont donné naissance à des théories et à des légendes très variées, dont quelques-unes étaient véritablement fantastiques. M. L. Roule cherche la cause de ces phénomènes dans les tropismes : thermotropisme, chimiotropisme, gamotropisme, bromatotropisme (βρῶμα, ατος, nourriture), etc. La pêche de la Morue, la plus ordonnée, celle qui fournit le meilleur rendement, est le type par excellence de la pêche hauturière. Le Thon commun ou Thon rouge se prend à l'aide de filets spéciaux (madrague, thonaire, etc.) disposés de telle façon que les Poissons pénètrent finalement dans la chambre de la mort ou corpou, d'où ils ne peuvent sortir. Le massacre final des thons (Mattanza), dans l'écume et dans le sang, au milieu des cris et des gestes des marins, le retour triomphal au port,

constituent, dit l'auteur, l'un des plus pittoresques et des plus saisissants spectacles qui soient.

Des essais de piscifacture marine ont été tentés dans d'assez nombreux laboratoires : Gloucester et Woods Hole (Etats-Unis), Flödevig (Norvège), Dildö (Terre-Neuve), Dunbar (Ecosse), Concarneau et Saint-Vaast-la-Hougue, etc. On s'est naturellement adressé aux familles les plus importantes au point de vue économique, à la Morue, au Maquereau et surtout aux Poissons plats, de prix élevés : Turbot, Sole, Plies et Flets. Les efforts tentés dans ce sens, à cause des difficultés de toutes sortes que l'opération présente, ont été, à de rares exceptions près, couronnés de succès relatifs. En somme, dans les conditions actuelles, la piscifacture marine paraît n'avoir aucune portée industrielle. « Elle ne « rend » pas, dit Roule, au sens économique du mot, à l'égal de ce que l'on y dépense. »

Au sujet des pêcheries des étangs littoraux et des estuaires, l'auteur retrace la singulière histoire de l'Anguille, le type du Poisson vraiment migrateur — les autres seraient, suivant M. L. Roule, plus justement appelés périodiques — dont la ponte se fait à des profondeurs supérieures à 1.000 mètres; la vie larvaire s'écoule dans la mer; pendant la phase de jeunesse ou de croissance, l'animal gagne les eaux continentales, saumâtres et douces, et enfin, à la période de maturité sexuelle, il retourne à la mer, prend sa livrée de noces et va se réfugier dans les grands fonds. Des premières phases de la vie de l'Anguille, bien des points nous échappent encore, malgré les belles recherches de Raffaele, Grassi, Petersen, J. Schmidt, A.-C. Johansen, etc. Quelques-unes des pêches littorales, entre autres celles du lac de Bizerte et surtout celles si anciennes et si célèbres de Comacchio, fournissent de grandes quantités de poissons.

S'appuyant sur les données des statistiques les plus récentes, M. L. Roule montre l'importance croissante du rendement des pêches maritimes qui peut être évalué à près d'un milliard de francs pour l'Europe, l'Amérique du Nord et le Japon. En Europe, la France reste largement en arrière de l'Angleterre.

Dans la troisième partie de l'ouvrage consacrée à la pêche et à la pisciculture dans les eaux douces, l'auteur suit rigoureusement le même plan que dans la seconde partie où il est question de la mer. Il considère le milieu constitué par l'eau douce à tous les points de vue : physique (température, lumière), chimique (substances minérales ou organiques et gaz en dissolution), dynamique (eaux courantes et eaux dormantes, vagues et seiches) et biologique (faune générale et surtout : plancton et cycle alimentaire). Il décrit ensuite les Poissons d'eau douce dont les plus nombreux, parmi les sédentaires, appartiennent aux Cyprinidés (Carpe, Tanche, Goujon, Barbeau, Chevaine, etc.); parmi les migrateurs, les Salmonides retiennent longuement l'attention du lecteur; mention est faite des autres Poissons migrateurs, d'importance économique moindre, pour nous du moins : l'Alose, l'Esturgeon, la Lamproie, sans compter l'Anguille.

Après avoir passé en revue les pratiques de la pêche en eau douce (lignes, épervier, foêne, filets, etc.), l'auteur indique les divers modes de limitation des causes de dépeuplement, puis il étudie les méthodes de repeuplement et en particulier l'alevinage et les immersions d'alevins, dont il discute en détail les avantages et les inconvénients; il examine également la question de l'acclimatation des espèces exotiques (Poisson-Chat, Perche-Soleil, etc.) qui a donné lieu à tant de controverses.

En ce qui concerne la piscifacture d'eau douce, l'auteur décrit et critique les appareils employés, depuis celui de Coste jusqu'à ceux en usage aux Etats-Unis qui se sont placés à la tête des nations dans l'industrie piscicole d'eau douce. L'ouvrage se termine par des considérations intéressantes sur l'économie piscicole des eaux douces.

L'analyse qui précède ne peut donner qu'un aperçu insuffisant de la quantité de documents accumulés dans cet ouvrage, à propos duquel l'auteur dit dans la préface : « Il résume, en ce qui le concerne, trente années d'une carrière de zoologiste, d'exploration en pleine nature, d'études de laboratoire et d'érudition, accomplies à côté et en complément de recherches consacrées à la science pure, toutes s'aidant mutuellement et se soutenant les unes les autres. » CH. GRAVIER.

4° Sciences médicales

Eléments d'Anatomie et de Physiologie médicales, *publiés sous la direction de* L. LANDOUZY, *Professeur de la Clinique Laënnec, Doyen de la Faculté de Médecine,* et LÉON BERNARD, *Agrégé, Médecin de l'Hôpital Laënnec,* par MM. LÉON BERNARD, GOUGEROT, HALBRON, S. I. DE JONG, LAEDERICH, LORTAT-JACOB, SALOMON, SÉZARY, VITRY. — 1 *vol. gr. in-8° de* 770 *pages, avec* 336 *figures en noir et en couleurs et* 6 *planches hors texte en couleurs.* (*Prix relié* : 20 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris,* 1914.

M. Landouzy destine cet ouvrage, qui reproduit la plupart des Conférences faites par M. Landouzy lui-même, les chefs de clinique et les chefs de laboratoire à la Clinique médicale Laënnec, aux médecins débutant ou vieillissant dans la carrière, pour qu'ils aient les notions nécessaires en Physiologie et en Anatomie, leur fournissant des points de repère, les aidant à se reconnaître dans le dédale des symptômes qu'ils constatent en clinique. Il est à regretter que, l'espace étant limité, les auteurs n'aient pu consacrer que peu de pages à des organes d'une importance telle que l'estomac (16 pages), les intestins (19 pages), etc., et on s'étonne un peu de voir que M. Gougerot ait consacré 17 pages au thymus qui, comme le dit M. Gougerot lui-même, « n'a pas, dans le fonctionnement de l'organisme, l'importance des autres glandes endocrines : thyroïdes, surrénales et hypophyse », glandes qui n'ont pas été traitées avec plus d'ampleur que le thymus lui-même.

Ce qui donne un intérêt tout spécial à ce livre, c'est son application constante à la clinique. Les auteurs décrivent à propos de chaque organe les procédés d'exploration, expliquent l'origine des symptômes constatés et rappellent les erreurs d'interprétation possibles.

La caractéristique de cet ouvrage est d'avoir été écrit par des médecins, ainsi que le revendique le Professeur Landouzy dans sa préface. Il ne faudrait pas le soumettre aux critiques des physiologistes; il prouve, tout au moins, ce qui était connu déjà, la grande difficulté de traiter sommairement, brièvement, le fonctionnement normal de nos organes, quand on n'a pas été soumis à une forte discipline physiologique. Les chirurgiens ont pu écrire des livres d'Anatomie chirurgicale tout imprégnés de fortes notions d'anatomie, mais les chirurgiens avaient fait cinq et six ans au moins d'études anatomiques, alors que les médecins n'ont presque jamais fait de l'expérimentation méthodique classique.

Les chapitres qui intéresseront le plus les lecteurs sont ceux de M. Salomon sur le sang, de M. Gougerot sur l'unité de structure des tissus lymphopoïétiques et hématopoïétiques et les trois chapitres de M. Léon Bernard sur les glandes surrénales, l'appareil thyro-parathyroïdien et l'hypophyse.

Les débutants trouveront peut-être difficiles les articles sur le système nerveux central, malgré les nombreuses figures, mais cela tient à la difficulté d'exposer un sujet si compliqué en un nombre de pages si restreint. Dr SANTCHEVITCH.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Mai 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Buhl** : Sur la torsion géodésique des contours fermés. — M. **N.-E. Norlund** : Sur les séries de facultés et les méthodes de sommation de Cesaro et de M. Borel. — M. **L. Fejer** : Nombre des changements de signe d'une fonction dans un intervalle et ses moments. — M. **H. Parenty** décrit un régulateur du débit de l'eau des rigoles et des réservoirs à niveau libre. Il comporte la création, par un double barrage, d'un sas ou bief intermédiaire communiquant avec les biefs d'amont et d'aval par deux orifices, dont l'un est invariable et sert à jauger le débit sous une hauteur génératrice constante, et dont l'autre est rendu variable par l'action d'une vanne mobile et sert à régulariser la hauteur génératrice et par conséquent le débit du premier orifice. — M. **J.-W. Nicholson** explique les raies non identifiées du spectre des nébuleuses par les vibrations dynamiques des atomes d'un petit nombre d'éléments simples, constitués par un nodule d'électricité positive entouré d'un anneau variable d'électrons. L'auteur calcule, pour l'élément qui contient un nodule et six électrons (achronium), le poids atomique 2,945, voisin de la valeur 3 obtenue par MM. Bourget, Fabry et Buisson en partant d'autres considérations.

2° Sciences physiques. — M. **Ch. Lallemand** estime que rien ne justifie l'inscription du litre, comme unité distincte du décimètre cube, dans le nouveau Tableau des mesures industrielles et commerciales. Cela n'empêchera pas les métrologistes de conserver comme unité scientifique auxiliaire susceptible d'une détermination plus précise un litre particulier, défini comme étant le volume du kilogramme d'eau pure à 4° sous 760 millimètres de mercure. — M. **L. Brillouin** complète la théorie d'Einstein de la diffusion de la lumière par un corps transparent homogène pour la mettre d'accord avec les travaux de Debije sur les chaleurs spécifiques. — M. **A. Léauté** reprend la théorie mathématique de la propagation de l'électricité sur les lignes hétérogènes en commençant par le cas simple d'une ligne formée de deux tronçons seulement. — M. **J. de Kowalski** montre que l'étincelle oscillante peut servir de source économique de rayons ultra-violets, en réalisant une certaine relation entre le nombre d'étincelles par seconde, la capacité et la fréquence du courant primaire. — M. **Al. Dufour** a réalisé un tube à rayons cathodiques qui permet d'obtenir sur une plaque photographique l'enregistrement de la variation d'un phénomène électrique ou magnétique rapidement variable, et applicable à des recherches sur la T. S. F. — M. **R. Costantin** a vérifié, au moyen de sa méthode de détermination de la compressibilité d'une émulsion colloïdale, la théorie par laquelle M. Smoluchowski relie les fluctuations de densité que produit l'agitation moléculaire à la compressibilité. — MM. **A. Helbronner** et **G. Bernstein**, en soumettant à l'action des rayons ultra-violets des solutions de caoutchouc additionnées de soufre, ont obtenu un gel d'une stabilité remarquable qui, par évaporation, donne une pellicule insoluble. La vulcanisation, qui n'est qu'une repolymérisation du caoutchouc, serait une réaction catalytique, et la combinaison du soufre avec le caoutchouc ne serait qu'une réaction secondaire et subsidiaire. — MM. **Œchsner de Coninck** et **Gérard** ont déterminé le poids atomique du Ni en réduisant le dihydrate en métal pur. La moyenne de leurs déterminations est 58,57. — M. M. **Picon** a préparé le pentine normal par action de l'iodure de propyle normal sur la solution ammoniacale d'acétylène monosodé. Il bout à 40° et fond à —95°. La différence entre les points d'ébullition des carbures acétyléniques vrais, normaux et homologues est de 31,5 à 32°. La suite des points de fusion présente par contre plusieurs anomalies. — M. **A. Brochet** a reconnu que l'hydrogénation des liquides sous l'influence des métaux communs, notamment du nickel, se fait facilement dans un grand nombre de cas sans qu'il soit nécessaire de recourir à une température élevée ou à une pression considérable. Toutefois, l'emploi des deux facteurs : pression et température, judicieusement combinés, permet d'obtenir des résultats intéressants. — M. **G. Dupont** a obtenu les dicétones acétyléniques aromatiques par oxydation des glycols secondaires obtenus par la réaction de Iotsitch. — MM. **E. Jungfleisch** et **Ph. Landrieu** montrent que l'oxalate acide de potassium, au sein de liqueurs de moins en moins chargées de sel neutre, et par suite de plus en plus riches en eau, se trouve progressivement dédoublé par l'eau en sel neutre et acide libre, ce dernier s'unissant à une autre partie du sel acide pour former le sel suracide ou dioxalate monopotassique. La formation de l'oxalate acide de potassium correspond donc à la combinaison de l'acide libre avec le sel neutre. — Mme **Ramart-Lucas** et M. **A. Haller** ont constaté que les dialcoylacétophénones réagissent sur les épihalohydrines en donnant naissance à des combinaisons renfermant la double fonction cétonique et oxyéthylénique, la dernière entrant de préférence en réaction. L'oxypropylène-diméthylacétophénone, F. 59°, se transforme facilement sous l'action des acides en un dimère, F. 214°. — M. **Ch. Tanret** a analysé un certain nombre d'amidons d'origines diverses et y a trouvé dans tous de l'amylopectine et des amyloses en quantités variables. — MM. **Em. Bourquelot** et **Al. Ludwig** ont réalisé la synthèse biochimique de l'anisylglucoside β en milieu acétonique. Le glucoside fond hydraté à 70-80° et anhydre à 137-138°; $\alpha_D = -53°,33$. — M. **R. Fosse** signale la présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans plusieurs végétaux. Le rôle de l'uréase serait de transformer en ammoniac, éminemment assimilable, l'urée créée par la plante ou empruntée au milieu ambiant. — M. **L. Lemaute** : Dosage des acides monoaminés dans le sang (v. p. 575).

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Richet** montre que l'ingestion antérieure de phosphore prépare à la leucocytose chloroformique autant qu'une première inhalation chloroformique. Ces expériences montrent l'existence, à côté de l'anaphylaxie spécifique, d'une anaphylaxie générale, dérivant de l'anaphylaxie indirecte. — MM. **A. Calmette** et **V. Grysez** ont reconnu qu'une partie au moins des bacilles tuberculeux introduits expérimentalement dans les alvéoles pulmonaires avec l'air inspiré y deviennent la proie des leucocytes, qui les véhiculent dans la circulation lymphatique ou sanguine pendant un temps plus ou moins long avant que des lésions tuberculeuses se constituent dans l'organisme. — MM. **Variot** et **Fliniaux** font voir que, contrairement aux idées encore admises, il n'y a qu'une différence minime entre le poids et la taille des enfants élevés au sein ou au biberon, si l'on applique à ces derniers les perfectionnements modernes de l'allaitement artificiel. — M. **L. Roule** a constaté que les saumons, sur la côte bretonne méridionale, ne pénètrent pas indifféremment dans tous les estuaires; les plus favorisés appartiennent aux fleuves dont l'eau, tenant en dissolution la plus forte quantité d'oxygène, permet ainsi une respiration

plus active. — MM. **R. Perrier** et **H. Fischer** signalent la présence de spermatophores dans la poche copulatrice de quelques Opisthobranches. C'est un nouveau caractère de rapprochement reliant ces Mollusques aux Pulmonés. — M. **Ch. Gravier** a étudié les Madréporaires recueillis par la seconde expédition antarctique française. La faune des Madréporaires de l'Antarctique est très pauvre en genres et en espèces. On ne trouve que des formes solitaires, pouvant atteindre une grande taille. — MM. **A. Malaquin** et **A. Moitié** ont reconnu que les œufs d'*Aphis evonymi* pondus par les sexués en automne sur haricot (plante intermédiaire) n'ont pas éclos, tandis qu'ils éclosent normalement sur fusain d'Europe (plante principale). Si l'on place expérimentalement les générations de larves issues de l'œuf sur des feuilles de betteraves (plante intermédiaire), ces larves ne piquent ni ne se nourrissent sur cette plante. — M. **R. Souèges** communique ses observations sur l'embryogénie des Crucifères. — M. **P. de Beauchamp** a observé des kystes absolument identiques à ceux attribués aux *Dermocystidium* et qui évoluaient en zoosporanges mettant en liberté des spores flagellées. Cet organisme serait donc un champignon du groupe des Chytridinées. — M. **L. Mengaud** a reconnu que les calcaires carbonifères des environs de Llanes et de Rivadesella (Asturies), qui servent de substratum aux grès paléozoïques, sont eux-mêmes en recouvrement et doivent être considérés comme appartenant à une série inférieure. — M. **M. Dalloni** a étudié le Néocomien bathyal dans l'ouest de l'Algérie. Il présente tous les niveaux classiques avec de nombreux fossiles.

Séance du 18 *Mai* 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Goloubeff** : Sur les fonctions à singularités discontinues. — M. **J. Delauney** montre que les durées de révolution des satellites d'un même système présentent entre elles une harmonie qui se traduit par le fait que leurs différences secondes successives sont dans le même rapport que les termes de la progression : 1, 3, 9, 27, 81. — M. **M. Moulin** a reconnu que le fait que le centre de gravité d'un spiral muni de courbes terminales théoriques est situé sur l'axe et qu'il y reste après déformation est général, mais n'est exact que si le spiral est encastré.

2° Sciences physiques. — M. **E. Esclangon** décrit un enregistreur de l'intensité des chutes de pluie. Il se compose d'un tube recevant directement l'eau d'un pluviomètre et percé d'une petite ouverture; l'eau s'y élève jusqu'à un niveau pour lequel la vitesse d'écoulement est égale à la vitesse d'arrivée. La différence de niveau mesure alors l'intensité de la chute de pluie. — M. **A. Berget** présente un sondeur piézométrique, basé sur la compression de l'eau dans un réservoir où elle refoule du mercure dans un tube divisé dont il ronge l'argenture jusqu'au point où il s'arrête. — M. **G. Guilbert** signale que la vérification de ses prévisions météorologiques (avenir des bourrasques, variations de pressions et variations corrélatives du temps) a donné, pour le dernier semestre d'hiver, une moyenne globale de 86 °/₀ de succès. — M. **A. Turpain** présente deux types de microampèremètres enregistreurs à inscriptions photographiques, basés sur l'emploi de champs intenses et de cadres étroits. — M. **G. Gouré de Villemontée** a étudié la propagation de l'électricité à travers l'huile de paraffine; les résultats obtenus sont analogues à ceux des recherches de J. Curie sur la conductibilité des corps cristallisés. — MM. **Léon** et **Eug. Bloch** ont mesuré les spectres d'étincelle de quelques éléments : As, Sn, Bi, Al, Cd, dans l'ultraviolet extrême. — M. **R. Marcelin** montre qu'on ne peut mesurer les vitesses vraies d'évaporation qu'en opérant sur des liquides très faiblement surchauffés, c'est-à-dire maintenus seulement en présence de leur vapeur et sous une pression différant de la tension d'équilibre de 5 à 6 millimètres au plus. Il donne les valeurs obtenues ainsi pour le nitrobenzène liquide, le naphtalène et l'iode solides. — M. **J. Bougault** montre que, dans la saponification des éthers-sels et des amides par l'acide sulfurique concentré, l'acide n'intervient que pour former un composé d'addition, et c'est l'eau dans laquelle on dilue les produits de la réaction qui produit réellement la saponification et libère l'alcool et l'ammoniaque. — M. **E. Carrière** a étudié par la méthode au Br de K.-H. Meyer l'établissement de l'équilibre à la température ordinaire des formes énolique et aldéhydique du formylsuccinate d'éthyle et du formyléthylsuccinate d'éthyle. La vitesse d'établissement d'équilibre, très faible au début, passe par un maximum pour redevenir très faible au bout de quelques heures. — MM. **Ch. Moureu** et **G. Mignonac** ont observé que la phényléthylcétimine se colore peu à peu en jaune de plus en plus intense avec mise en liberté d'AzH^3. Il se forme dans cette réaction une substance qui résulte de la condensation de 2 mol. de cétimine avec élimination de 1 mol. d'AzH^3. Cette substance est le type d'une nouvelle classe de corps, les cétisocétimines :

$$\begin{array}{c} C^6H^5.C.CH^2.CH^3 \\ \| \\ Az \\ | \\ C^6H^5.C = CH.CH^3 \end{array}$$

— M. **G. Tanret** montre que la galégine est constituée par l'union d'une molécule de méthyl-3-pyrrolidine et d'une molécule d'urée, avec élimination d'une molécule d'eau, ou, ce qui revient au même, par la condensation de la méthylpyrrolidine et de la guanidine, avec départ d'une molécule d'ammoniaque. — M. **R. Fosse** a reconnu que le xanthydrol ne précipite pas de leur solution les produits biologiques ou les matériaux de l'urine autres que l'urée; de là une méthode de dosage très pratique de cette dernière. — M. **L. Vignon** a observé que les houilles grasses contiennent relativement beaucoup de substances solubles dans l'aniline; les houilles maigres en renferment peu. Les substances solubles dans l'aniline sont précipitables par les acides. Les houilles grasses abandonnent une quantité considérable de matières à la quinoléine bouillante. — MM. **A. Gautier** et **P. Clausmann** ont constaté que les eaux potables de sources ou de rivières ne contiennent pas au delà de 0,6 milligramme de fluor par litre. Les eaux de terrains calcaires sont moins riches en fluor que celles fournies par les terrains primitifs; ces dernières s'appauvrissent d'autant plus qu'elles parcourent une plus grande étendue de calcaires. — MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy** ont soumis un certain nombre de plantes à l'action du courant électrique. La potasse entre pour plus de 4/5 dans la composition des substances fixes entraînées à la cathode par le courant; c'est donc la plus mobile de toutes les bases minérales contenues dans les sucs végétaux. — MM. **G. Bertrand** et **M. Rosenblatt** ont vérifié le fait que les macérations de levure sèche portées à 70° ou 80° perdent leur pouvoir diastasique, tandis que les mêmes macérations, portées à 90° ou 100°, le récupèrent en grande partie. Ce phénomène de *thermorégénération* est en relation avec l'autolyse des cellules de levure.

3° Sciences naturelles. — M. **Marage** a reconnu, par des expériences pratiquées sur de nombreux élèves, que l'oreille physiologique possède une sensibilité spéciale pour certains sons musicaux accompagnés de nombreux harmoniques. — M. **A. Moutier** montre que le plus souvent l'hypotension artérielle radiale est dépendante d'une hypertension abdominale. C'est un nouvel aspect de la loi du balancement circulatoire. — M. **J. Nageotte** a reconnu que les prétendues altérations de la gaine de myéline, sous l'influence de divers agents, décrites par M. et Mme Lapicque et M. Legendre comme conditionnant des changements d'excitabilité des nerfs, n'existent pas et sont en réalité

de simples plis transversaux artificiels de la myéline. — M. **Vasticar** a étudié les formations nucléaires de la cellule auditive interne. Elles peuvent présenter une forme globuleuse et une forme bâtonnet cylindrique. — Mme **M. Phisalix** a constaté que la salive parotidienne d'une couleuvre indigène, la *Coronella austriaca* Laurenti, possède des propriétés venimeuses très actives. — MM. **L. Germain** et **L. Joubin** ont déterminé les Chétognathes recueillis au cours des croisières du prince de Monaco. Un seul est nouveau : l'*Eukrohnia Richardi*; le plus répandu est le *Sagitta bipunctata*. Les Chétognathes peuvent être répartis en trois groupes : bathy—, méso— et épiplanctoniques. — M. **R. Douin** montre que le capitule femelle des Marchantiées provient soit du point végétatif du thalle, soit d'un point végétatif qui naît en arrière de celui-ci. Cette différence d'origine peut servir de base à une nouvelle classification. — MM. **A. Trillat** et **M. Fouassier** ont étudié l'action du refroidissement sur les gouttelettes microbiennes. Le refroidissement total grossit les fines gouttelettes microbiennes en suspension dans l'atmosphère et les fait tomber sous forme de pluie. Un refroidissement partiel ou à distance provoque un entraînement microbien dans le sens du refroidissement. — M. **F. Kerforne** signale la présence du *Calymmene Blumenbachi* Brongn. dans le Gothlandien de Bretagne; c'est le premier Trilobite trouvé dans le Gothlandien du Massif armoricain. — M. **N. Arabu** a étudié les fossiles du Trias du golfe d'Ismid (mer de Marmara). L'ensemble de la faune présente des affinités étroites avec celles de la région alpine, mais elle a aussi des relations incontestables avec le Trias de l'Himalaya. — MM. **L. Bertrand** et **A. Lanquine** ont fait de nouvelles observations sur la tectonique du sud-ouest des Alpes-Maritimes. Il y a une analogie tectonique évidente du régime des duplicatures et de la grande nappe superposée, qui en fait certainement un même grand complexe. — M. **E.-A. Martel** déduit de ses observations sur la résurgence de Vertus (Marne) qu'en divers parages du Bassin de Paris certaines assises tertiaires, théoriquement imperméables, présentent des points de fuites et d'absorptions superficielles, par où des causes de souillure peuvent gagner les eaux souterraines de la craie.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Mai 1914.

MM. **J. Boeckel** et **A. Calmette** sont élus Associés nationaux.

M. le Dr **Magitot** a pratiqué avec succès des greffes épidermiques orbitaires permettant dans les cas de symblépharons le port d'un œil artificiel. — M. le Dr **V.-H. Torkomian** signale un cas de sécrétion mélanique des deux seins observée chez une femme arménienne âgée.

Séance du 19 Mai 1914.

MM. **Hédon** et **M. Nicolle** sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Médecine.

MM. **F. Bezançon** et **H. de Serbonnes** ont étudié la réinfection tuberculeuse expérimentale chez le cobaye tuberculeux en opérant par la voie intra-trachéale. A la suite de cette réinfection, le poumon du cobaye tuberculeux présente des lésions toutes différentes de celles qu'on observe chez le cobaye sain inoculé par la même voie. D'où l'on conclut que le terrain tuberculeux est bien moins le résultat d'un mystérieux état humoral constitutionnel que la conséquence des modifications apportées dans la réceptivité de l'organisme vierge par les infections tuberculeuses antérieures plus ou moins discrètes. — M. **M. Labbé** estime qu'il ne faut faire chez les diabétiques, surtout avec acidose, que les opérations indispensables. L'opération, si elle n'est pas urgente, doit être précédée d'un traitement préalable dirigé contre l'hyperglycémie et l'acidose. Immédiatement avant l'opération, il faut éviter le jeûne habituel. Comme anesthésique, on emploiera de préférence l'analgésie locale par la cocaïne ; à son défaut, la rachianesthésie lombaire; si l'on est obligé de recourir à l'anesthésie générale, on utilisera le chlorure d'éthyle. Après l'opération, on fera prendre du bicarbonate de soude par la bouche ou par injection intraveineuse.

Séance du 26 Mai 1914.

M. **R. Blanchard** signale, chez un sujet atteint autrefois de chromidrose, une nouvelle manifestation de cette affection, mais seulement à la paupière inférieure gauche. Elle coïncide actuellement avec une conjonctivite de la moitié inférieure de l'œil gauche. — M. **Mesureur** rappelle dans quelles circonstances il a été amené à rendre obligatoire la vaccination antityphique parmi le personnel des hôpitaux de Paris, et il réfute les allégations qui ont été formulées par quelques agents et la campagne entreprise contre cette mesure. Les cas de maladie grave et les décès survenus dans le personnel des hôpitaux, soi-disant à la suite et comme conséquence des piqûres antityphiques, sont controuvés ou dus à d'autres causes. 1.064 agents ont été immunisés sans aucun accident. MM. **A. Chauffard**, **H. Vincent**, **L. Landouzy**, **A. Chantemesse**, **A. Netter** approuvent pleinement la mesure prise par M. Mesureur. — M. **Th. Tuffier** signale un cas de virilisme surrénal chez une femme, caractérisé par l'aspect viril pris par cette femme, à l'âge de soixante-deux ans, sous l'influence d'une tumeur de la glande surrénale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Mai 1914.

M. **F. Vlès** montre que le spectre des matières colorantes de la famille des hémoglobines est vraisemblablement lié à une loi dans laquelle se superposent au moins trois séries du type Deslandres.—MM. **M. Ciuca**, **D. Combiescu** et **J. Balteanu** ont essayé le vaccin antityphique sensibilisé vivant dans un régiment d'infanterie roumaine sous le coup d'une épidémie de fièvre typhoïde. Aucun des vaccinés n'a contracté la fièvre typhoïde. — MM. **R. Demanche** et **P.-J. Ménard** ont reconnu qu'un assez grand nombre de microbes possèdent la propriété de coaguler le fibrinogène. — M. **A. Guieysse-Pellissier** a étudié l'évolution des mégacaryocytes de la rate de la souris blanche; il les considère comme des cellules anormales, des sortes de monstruosités non viables. — M. **Pasteur Vallery-Radot** montre que, chez les brightiques œdémateux, il faut tenir compte, dans l'appréciation de l'azotémie, de la dilution sanguine. Le dosage de l'urée ne peut donc donner de renseignements précis que lorsque les œdèmes ont disparu. Il doit être pratiqué chez les individus soumis depuis plusieurs jours au régime déchloruré. — M. **G. Froin** compare l'auto-hémolyse et la séro-hémolyse; la dernière ne peut être réalisée que par la chaleur; elle est impossible *a frigore*. L'hémolyse *in vivo* est une auto-hémolyse avec hémoglobinolyse et bilirubigénie. — M. **L. Lematte** propose un procédé de dosage des acides monoaminés dans le sang, basé sur la défécation par le phosphotungstate de soude et la formol-titration. Ce procédé fait l'objet de nombreuses critiques de MM. Maillard, Bierry et Terroine. — M. **A. Mougeot** présente un polygraphe clinique. — M. **D. Keilin** a trouvé dans l'intestin de larves d'un diptère cycloraphe, l'*Aphiochaeta rufipes*, une Schizogrégarine monocystidée nouvelle, qu'il nomme *Caulleryella aphiochætæ*. Sa schizogonie est extracellulaire et se présente sous forme de barillets composés de 16 mérozoïtes, dont chaque gamonte produit 8 gamètes. — MM. **E. C. Aviragnet**, **H. Dorlencourt** et **H. Bouttier** ont constaté que dans la diphtérie le réflexe oculo-cardiaque est fréquemment aboli ; il est plus fréquemment négatif dans les infec-

tions par le bacille long que par le bacille court. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** ont reconnu qu'il existe dans la région opto-pédonculaire de la base du cerveau, au voisinage du tuber cinereum, une zone nerveuse dont la lésion détermine la polyurie. Cette zone paraît faire partie d'un mécanisme régulateur de la teneur en eau de l'organisme. — M. **L. G. Seurat** a découvert dans les viscères d'une échasse un *Tropidocerca* parasite nouveau, qu'il nomme *Tr. Nouveli*; il rappelle le *Tr. fissispina*, mais il en diffère par la conformation de l'ovéjecteur et l'existence d'un seul spicule bien développé chez le mâle. — MM. **W. Kopaczewski** et **S. Mutermilch** ont constaté que la combinaison sodique de la pectine, mélangée avec du sérum frais du cobaye, est capable d'engendrer une anaphylatoxine énergique. L'absence d'azote dans cette substance montre qu'il n'est pas nécessaire d'introduire dans le sérum des substances azotées pour le rendre toxique.

Séance du 16 Mai 1914.

M. **L.-C. Maillard** montre que, dans le dosage des acides aminés par la méthode au formol, loin de s'arrêter à la teinte rose pâle de la phénolphtaléine, on doit tendre à se rapprocher du maximum de coloration. — M. **E. Pozerski** a constaté que le lait de fin de traite, qui contient beaucoup de leucocytes, coagule beaucoup plus rapidement en présence du chloroforme que le lait de début de traite, qui contient très peu de leucocytes. — M. **L.-G. Seurat** a trouvé dans le ventricule succenturié de deux flamants roses un Nématode parasite nouveau, qu'il nomme *Tropidocerca coccinea*. — M. **P. Girard** montre que c'est aux ions de l'électrolyte dissocié que les globules rouges sont électivement perméables, et non pas aux molécules globales. — M. **Ph. Lasseur** a isolé les corps colorés fabriqués par 17 formes bactériennes en employant le sulfate d'ammoniaque et un solvant approprié (acétone). — MM. **E. Sacquépée** et **P. Loygue** ont soumis à l'analyse bactériologique 50 échantillons de produits de charcuterie. Dans 36 °/₀ des cas, ils ont trouvé des germes du groupe du *Proteus*, dans un cas un bacille paratyphique. — MM. **M. Villaret** et **H. Bénard** ont observé, immédiatement après la ponction des ascites, un afflux subit de la sérosité des œdèmes latents ou apparents dans la circulation sanguine, ayant pour conséquence une dilution du sang. Quand l'ascite se résorbe, on observe toujours une polyurie abondante, avec élévation progressive de la concentration sanguine. — M. **H. Bierry** et Mme **Z. Gruzewska** décrivent un procédé de dosage du sucre total dans le foie.

M. **Ed. Chatton** est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 21 Avril 1914.

M. **L. Joleaud** crée pour le *Cervus pachygenys* un nouveau sous-genre, *Megaceroides*, caractérisé par une remarquable turgescence de l'os mandibulaire, par le développement du bourrelet nasal et des piliers accessoires de la face interne de ses molaires ainsi que par l'accentuation des crêtes de leur face externe. Ce nouveau sous-genre vient se placer entre *Megaceros* et *Dama*. — M. **J. Cotte** signale dans le golfe de Marseille une association particulière d'une éponge, *Cliona viridis*, et d'une algue, *Lithophyllum expansum*. L'algue tend à recouvrir l'éponge, qui ne peut résister à cet enveloppement fatal qu'en allongeant ses papilles, au travers de l'étui calcaire de *Lithophyllum*. — MM. **H. Alezais** et **Ch. Mattei** ont observé une myosite du tube digestif après intoxication subaiguë par un corrosif. Les lésions musculaires se résument en destruction des fibres, régression plasmodiale ou cellulaire avec infiltration embryonnaire intense sans néo-formation conjonctive, d'où perte de la tonicité et ectasie des parois. — M. **S. Costa** a reconnu que dans un tiers des méningites épidémiques le méningocoque échappe à l'examen. — M. **A. Joleaud** divise le genre *Scalpellum* en deux sous-genres : *Proto-Scalpellum*, où le rostre reste indépendant, saillant en dehors et réellement fonctionnel, et *Scalpellum*, où le rostre perd sa fonction protectrice, devient rudimentaire ou même disparaît.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Mai 1914.

M. **G. Petit** signale une disposition anormale du cœur chez une fouine, caractérisée par un retournement complet de l'organe, dont la base se trouvait du côté aboral. Il occupait sa place normale dans une cage thoracique normale.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Mai 1914.

MM. **L. Dunoyer** et **R. W. Wood** se sont proposé de comparer, au moyen d'une méthode photométrique, l'*intensité de la résonance superficielle de la vapeur de sodium* et celle d'une plage parfaitement mate et blanche éclairée de la même façon que la vapeur, dont les premières couches, au contact de la paroi du ballon, sont le siège du phénomène de résonance. En combinant le résultat de ces expériences photométriques avec celui d'une expérience spéciale sur le phénomène de la résonance superficielle secondaire, on est conduit à l'évaluation de la largeur des raies D émises par résonance. En faisant varier dans de très larges limites la quantité de sodium contenue dans la flamme dont la lumière sert à exciter la vapeur, on constate que l'*intensité* RELATIVE *de la résonance superficielle*, définie comme il a été dit plus haut, *est d'autant plus grande que la flamme est plus pâle*. Pour les flammes les plus pâles qui aient été employées, le rapport est de $\frac{1}{4}$, c'est-à-dire que la résonance superficielle réémet, sous forme diffuse, le quart de la lumière qu'elle reçoit. Le fait que ce rapport est moindre que l'unité provient de ce que le centre des raies excitatrices est seul utilisé. Si, en effet, on prend la résonance superficielle comme source de lumière et qu'on en forme une image, au moyen d'un miroir concave très ouvert, sur une autre région de la paroi du ballon, on peut alors constater que *le rapport d'intensité entre la résonance superficielle* SECONDAIRE *et un écran blanc et mat éclairé de la même façon* (c'est-à-dire par la lumière de la résonance *primaire*) *est égal à l'unité*. Pour connaître la largeur des raies de résonance, il suffit alors de connaître, avec le rapport d'intensité que les expériences des auteurs fournissent, la largeur des raies excitatrices et la courbe de répartition de l'énergie dans le domaine spectral qui constitue ces raies. On arrive ainsi à ce résultat que *la raie de résonance est à peu près 4 fois plus fine que la raie excitatrice*. Pour les flammes sodées les plus pâles, on arrive, pour les raies de résonance, à la largeur totale de 0,02 Å environ. Cette largeur est moindre que celle de la plupart des raies étalons du spectre du fer. Elle est encore plus du triple de celle de la raie rouge du cadmium, l'une des plus fines qu'on connaisse. — M. **E. Doumer** : *Influence de la température sur la conductibilité électrique des dissolutions étendues d'acide chlorhydrique*. Les mesures ont porté sur des dissolutions dont le titre a varié de 27,74 à 0,306 par litre et pour des températures comprises entre 0° et 50°. Elles ont été exécutées avec la méthode du téléphone différentiel dont les deux circuits contenaient, l'un la résistance à mesurer, l'autre une résistance sans self dont la valeur était connue. Cette méthode, qui est d'un emploi très commode, donne des mesures qui sont concordantes au demi-centième

des valeurs absolues. Entre ces limites de température la conductibilité est une fonction linéaire de la température, de la forme $C = at + b$; à cet égard, les dissolutions étendues se comportent comme les dissolutions plus concentrées de cet acide. Leurs coefficients angulaires sont sensiblement plus grands que ceux de ces dernières et ils augmentent régulièrement avec la dilution. Les déterminations de l'auteur sur les dissolutions étendues se raccordent d'une façon satisfaisante avec celles de Kohlrausch pour les dissolutions beaucoup plus riches. — **M. E. Doumer** : *Ionisation de l'eau dans les dissolutions d'un certain nombre de sels neutres.* Les phénomènes qui se passent dans l'électrolyse du sulfate de cuivre, en dehors du transport des ions Cu et SO^4 et de leur polymérisation au contact des électrodes, se rencontrent dans l'électrolyse d'un certain nombre d'autres sels neutres. L'auteur les a observés avec $(AzO^3)^2Cu$, AzO^3Ag, SO^4Ag^2, SO^4Cd, SO^4Zn, $HgCl^2$. C'est-à-dire que pour tous ces corps, dissous dans l'eau et électrolysés avec des électrodes constituées par des lames ou des fils du métal dissous, on constate, en opérant en double cuve, que le liquide autour du pôle négatif devient acide et qu'au pôle positif il y a toujours production d'un dépôt plus ou moins abondant d'un oxyde du métal qui constitue l'électrode, la réaction de la liqueur restant inchangée. Ce double phénomène s'explique très facilement si on admet qu'aux ions de ces sels se trouvent mélangés des ions de l'eau de la dissolution. Les ions H en se polymérisant à l'électrode négative se substituent au métal des molécules salines qui l'entourent en donnant naissance à l'acide correspondant; les ions OH, en se polymérisant à l'électrode positive, donnent naissance à de l'eau et à de l'oxygène qui se fixe sur le métal et l'oxygène. A ces phénomènes constants viennent, avec certains sels, s'ajouter des réactions secondaires qui s'expliquent également avec facilité dans l'hypothèse de l'ionisation de l'eau de la dissolution. Avec les sels alcalins tels que le sulfate de soude et le sulfate de potasse, on ne peut évidemment mettre en évidence la production d'acide au pôle négatif, car, s'il s'en forme, il est immédiatement saturé par la soude ou la potasse qui se forment à ce pôle; mais, en employant comme électrode positive une lame oxydable telle que du cuivre, de l'argent ou du cadmium, il est très facile de constater qu'elle se recouvre d'une fine couche d'oxyde correspondant; la liqueur qui l'entoure reste, bien entendu, absolument neutre. L'auteur ne voit pas quelle autre explication on pourrait donner de ces phénomènes. — *Appareil Runge-Regnier pour la liquéfaction des gaz* (air, oxygène, azote, etc.). Cet appareil de démonstration de la liquéfaction des gaz permet, tout en imitant la marche des appareils industriels utilisés actuellement, d'obtenir avec un tube de gaz comprimé (3.000 litres à 15 atm.) environ 15 centimètres cubes de gaz liquide. Le mode de fonctionnement est le suivant : le gaz sous pression passe dans un serpentin détendeur, puis immédiatement dans un refroidisseur placé au-dessus de celui-ci et contenant un mélange réfrigérant (glace et sel, ou glace et chlorure de calcium, ou neige carbonique et éther). Le gaz subit dans cette partie un abaissement de température avant de continuer son chemin dans la partie inférieure du détendeur, pour aboutir à une soupape de détente réglable au moyen d'un pointeau. Le gaz comprimé traverse cette soupape, se détend et se rend dans une éprouvette à double paroi en verre argenté, montée au moyen d'un caoutchouc sur l'appareil de détente. Le gaz se détendant produit un froid qui se communique de bas en haut dans la spirale du détendeur. De telle sorte que le gaz s'écoulant dans la spirale se refroidit graduellement et la réfrigération s'augmente d'elle-même jusqu'à ce que la température de liquéfaction — 194° C soit atteinte; à ce moment le liquide s'écoulera. L'éprouvette argentée où l'on recueille le gaz liquéfié porte une fenêtre transparente permettant de suivre les phases de la liquéfaction. Pour la liquéfaction de l'hydrogène, de l'hélium, on utilise un appareil du même genre que celui décrit plus haut. Ses dimensions sont plus grandes et l'on effectue le refroidissement au moyen de l'air liquide.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 8 Mai 1914.

M. A. Gautier expose que les *phosphorites* ou phosphates des terrains sédimentaires, tertiaires ou quaternaires, ont pour origine l'action des détritus et dépouilles végétales ou animales. En se détruisant ils donnent des phosphates alcalins qui attaquent les roches calcaires ou silicatées (argiles, basaltes, granits, etc.), et donnent ainsi des phosphates non saturés (brushite $PO^4CaH.2H^2O$) et des phosphates doubles d'alumine et d'alcalis (minervites) où AzH^4 peut remplacer partiellement K, et Fe^2O^3 se substituer en partie à Al^2O^3. Ce sont généralement des substances blanches, farineuses, en cristaux microscopiques, solubles dans les acides et les alcalis, contenant 28 à 30 % d'eau de combinaison. L'acide phosphorique n'y est jamais complètement saturé par les bases. Les minervites de Minerve répondent à la composition :

$$(P^2O^5.Al^2O^3.7H^2O)^7.(P^2O^5.2K^2O.H^2O)(P^2O^5.K^2O.2H^2O)H^2O$$
$$(P^2O^5.Al^2O^3.7H^2O)^4\ P^2O^5.2K^2O.H^2O)2H^2O$$

L'eau bouillante ne leur enlève pas de phosphate alcalin. Les glauconies sont des silicates doubles de Fe^2O^3 (ou Al^2O^3) et de K^2O qui répondent aux minervites. — **M. J. Bougault** rectifie quelques-uns des résultats communiqués le 26 décembre 1913 à l'occasion de l'étude de l'action de l'acide sulfurique concentré sur l'éther de l'acide α-cyanophénylpyruvique. Il communique ensuite ses recherches sur l'acide phénylpyruvique. Il montre que cet acide se présente sous deux formes tautomères :

$$C^6H^5.CH = COH.CO^2H \text{ et } C^6H^5.CH^2.CO.CO^2H.$$

La forme énolique serait la forme stable de l'acide libre. Les sels de cette forme énolique sont au contraire très instables, et c'est la forme cétonique qui est la forme stable des sels de l'acide phénylpyruvique. — **M. M. Javillier** expose une série d'expériences dans lesquelles l'*Aspergillus niger*, cultivé comparativement sur milieux étalés et sur milieux profonds, s'est montré d'une égale sensibilité à l'action du zinc. Lorsqu'on opère avec une race de *Sterigmatocystis* aussi voisine que possible de celle dont se servait Raulin, lorsqu'on se met à l'abri de certaines causes d'erreur, telles que l'introduction d'impuretés par le matériel d'étude, le zinc conserve son caractère d'élément catalytique nécessaire au développement de l'*Aspergillus*, même lorsque le rapport $\frac{\text{volume du milieu}}{\text{surface libre}}$ est supérieur à 2.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 12 Mars 1914.

1° Sciences mathématiques. — Sir **J. Stirling** : *Sur une équation fonctionnelle employée par Sir Georges Stokes.* Dans un mémoire de 1862 sur l'intensité de la lumière réfléchie ou transmise par une pile de plaques, Stokes a formé et résolu deux équations fonctionnelles qu'il considérait comme indépendantes. L'auteur montre qu'il n'en est rien et que la deuxième équation peut être déduite de la première; les résultats obtenus par Stokes peuvent être déduits de la première équation seule et en constituent la solution générale. La solution générale de la seconde équation n'a pu être obtenue.

2° Sciences physiques. — **M. R. A. Houston** étudie *la dispersion d'une pulsation lumineuse par un prisme.*

Une pulsation lumineuse de la forme qui donne la distribution d'énergie de Wien tombe sur un prisme; l'auteur donne l'expression : 1° de la perturbation dans la région immédiatement derrière le prisme, où les différentes couleurs se superposent en partie ; 2° de la perturbation dans le plan focal du télescope. La première expression n'est valable que pour une loi particulière de la dispersion, la seconde pour une loi quelconque. Elles s'accordent toutes deux avec les résultats obtenus par Lord Rayleigh par des considérations de phase stationnaire et d'analogie hydrodynamique, mais elles vont plus loin. Ainsi, il est définitivement établi comment varie l'amplitude sur le front, à l'arrière et à travers le train d'ondes formé par la pulsation dans les diverses parties du spectre. — **M. J. H. Mackie** : *Sur la diffusion des électrons à travers une fente.* Des ions traversent à une vitesse uniforme une fente pratiquée dans une large plaque métallique et parcourent une distance c dans la direction d'une force électrique Z, puis ils sont reçus sur trois électrodes isolées c_1, c_2, c_3, auxquelles ils communiquent les charges n_1, n_2, n_3. L'auteur montre que plus de 99 °/₀ des ions qui entrent dans le champ sont recueillis par les électrodes quand le rapport $R = n_2/(n_1 + n_2 + n_3)$ dépasse 0,2. — **M. H. Hartley** a étudié *la condition électrique d'une surface d'or pendant l'absorption de divers gaz* (H, CO, O) *et leur combustion catalytique* à des températures à 300° à 400°. Les observations prouvent que : 1° le métal acquiert une charge négative durant la combustion catalytique des gaz en contact avec lui, effet probablement antérieur à la combustion et dû surtout à des phénomènes d'occlusion; 2° le métal se charge négativement (0,5 à 1,5 volts) pendant l'occlusion de H ou de CO et positivement (0,8 volt) pendant celle de l'oxygène; 3° ces effets électriques sont plutôt dus au gaz occlus qui se dégage de la surface qu'à celui qui y entre. Ces expériences favorisent indirectement l'hypothèse que l'émission électronique des solides incandescents dépend probablement de l'occlusion de gaz. — **M. A. Holt** : *Vitesse de solution de l'hydrogène par le palladium.* La vitesse de solution de l'hydrogène par Pd n'est pas une fonction simple de la concentration du gaz dans le métal. Les courbes de vitesse se composent de deux parties (excepté pour le noir de Pd), qui sont interprétées comme se rapportant à la solution dans deux formes différentes du métal. La courbe de vitesse adoucie pour le noir de Pd indique probablement l'absence presque complète d'une des formes.

Séance du 26 Mars 1914.

1° Sciences physiques. — **M. A. E. Everest** : *La production des anthocyanines et des anthocyanidines.* L'auteur discute la question de la production des pigments anthocyaniques aux dépens des pigments jaunes de la classe de la flavone et du flavonol. D'après lui, ce seraient des produits de réduction de dérivés de la flavone ou du flavonol, et ils sont formés à l'état de glucosides à partir des glucosides des composés jaunes sans hydrolyse intermédiaire. — **M. W. T. Lockett** : *L'oxydation du thiosulfate par certaines bactéries en culture pure.* En étudiant l'oxydation du thiosulfate sur des filtres bactériens pour eaux d'égout, on a trouvé que l'oxydation était due en grande partie à la présence d'organismes vivants. L'isolement de ces organismes et la culture sur gélatine ou agar nutritif n'a donné aucun résultat. Seul un milieu solide à la gélatine, sans bouillon, contenant du sulfate et du thiosulfate d'Am, a permis d'obtenir de petites colonies bleuâtres. Inoculées à des solutions de thiosulfate, contenant du sulfate d'Am et un peu d'acide tartrique libre, elles oxydent le thiosulfate en sulfate. — **M. E. C. Grey** : *La décomposition des formiates par le Bacillus coli communis.* Le pouvoir du *B. coli communis* de décomposer l'acide formique (avec production de CO^2 et H) varie beaucoup quand cet organisme a été conservé pendant quelque temps sur un milieu artificiel. La décomposition des formiates est empêchée par un très petit excès d'acide ou d'alcali ; l'addition de glucose l'accélère, au contraire, fortement, car l'acide produit par le sucre neutralise l'alcali du formiate. Les formiates pourraient être employés dans certains cas à la place des alcalis pour maintenir la neutralité des milieux. — **M. E. C. Grey** : *Les enzymes qui interviennent dans la décomposition du glucose et du mannitol par le Bacillus coli communis.* Deux races sélectionnées de *B. coli communis*, obtenues par culture du bacille normal sur l'agar contenant du chloracétate de sodium, ont été examinées quantitativement au point de vue de leur action sur le glucose et le mannitol. Dans les deux cas, les races sélectionnées produisent, aux dépens du glucose, de l'acide lactique en plus grande, de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide formique en moindre proportion que la race normale, tandis que pour le mannitol il n'y a pas de diminution de la production d'alcool et d'acides acétique et formique. L'auteur en conclut que les races sélectionnées artificiellement n'ont pas perdu les enzymes qui conditionnent la production d'alcool et d'acide acétique, mais que la sélection artificielle provoque une absence ou une diminution du mécanisme réducteur (réductase) de la cellule.

2° Sciences naturelles. — **M. A. J. Walton** : *Les variations de croissance des tissus de mammifères adultes dans le plasma autogène et homogène.* L'auteur a fait les constatations suivantes : 1° L'étendue de la croissance des tissus *in vitro* ne dépend pas d'une qualité des cellules; 2° elle varie directement avec le caractère du plasma; 3° la variation observée dans le plasma ne dépend pas de sa nature autogène ou homogène, mais d'une cause encore inconnue ; 4° le plasma frais paraît contenir des substances inhibitrices et stimulantes de la croissance des cellules, les dernières étant en excès; 5° la substance inhibitrice diminue, ou la substance stimulante s'accroît par congélation du plasma pendant un à trois jours; 6° la substance stimulante est détruite après que le plasma a été congelé pendant six à huit jours. — **M. J. H. Mummery** a étudié la nature des tubes dans l'émail des marsupiaux. Il montre que ces tubes sont formés de dentine et non d'émail, et que la pénétration de la fibrille de dentine résulte de la calcification tardive et imparfaite de la substance ciment entre les prismes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Mai 1914.

MM. J.-C. Cain, J.-L. Simonsen et **Cl. Smith**, à la suite de déterminations du poids moléculaire de certains dérivés de la santaline par la méthode de Barger, concluent à la nécessité de doubler la formule de cette matière colorante, qui doit être $C^{30}H^{28}O^{10}$. La présence de quatre noyaux benzéniques dans ce composé paraît établie; c'est probablement un dérivé dianthracénique. — **MM. W.-E.-S. Turner** et **S. English** ont reconnu que, tandis que les substances associées ont une tendance marquée à former des composés moléculaires, les mélanges de substances associées peuvent souvent être obtenus sans combinaison chimique et, d'autre part, des composés moléculaires sont également produits par des substances non associées. — **MM. J.-L. Baker** et **H.-F.-E. Hulton** ont reconnu que, dans l'action de la diastase de malt sur les granules d'amidon, il se forme une dextrine de poids moléculaire dépassant 1500, de pouvoir rotatoire $[\alpha]^D = 177°$ et de pouvoir réducteur variant entre 11 et 20 °/₀ de maltose. Cette dextrine constitue environ 1/5 des produits de conversion, d'où l'on a isolé aussi du maltose et une ou plusieurs dextrines de même poids moléculaire et pouvoir rotatoire que le maltose, mais de pouvoir réducteur bien inférieur. Quand la durée de conversion dépasse trois à quatre jours, il se forme aussi du dextrose. — **MM. F. Soddy** et **H. Hyman** ont déter-

miné le poids atomique du plomb contenu dans la thorite de Ceylan et l'ont trouvé égal à 208,4, c'est-à-dire supérieur au poids atomique du plomb ordinaire (207,1), ce qui démontrerait, d'après des hypothèses récentes, que ce plomb est entièrement d'origine radioactive. — MM. **J.-W. Mc Bain** et **F.-Ch. Coleman** montrent qu'il n'existe pas de preuve expérimentale de l'augmentation supposée de la constante de dissociation des acides et des bases faibles par la présence de sels neutres. — M. **B.-K. Singh** a préparé par deux méthodes l'iodure de phénylbenzylméthylazonium extérieurement compensé, qu'il a résolu en ses constituants optiquement actifs par les acides *d*-campho-β-sulfonique et *d*-α-bromocampho-β-sulfonique. — MM. **G.-G. Henderson, I.-M. Heilbron** et **M. Howie**, en traitant le camphène par HClO dilué, ont obtenu une chlorhydrine $C^{10}H^{16}Cl.OH$, F. 93°, qui doit être un chlorisobornéol, car elle fournit de l'isobornéol par réduction avec Zn et l'alcool. La chlorhydrine, traitée par les alcalis, fournit de l'aldéhyde isocamphénilanique. — M. **L.-H. Parker** a soigneusement desséché diverses paires de sels et les a broyés ensemble dans une atmosphère sèche. Une action mutuelle a lieu dans la plupart des cas, spécialement entre les sels qui sont facilement fusibles. L'auteur en conclut que la tension de cisaillement ou pression non uniforme produit la fusion locale ou superficielle des substances auxquelles on l'applique. — M. **J.-A. Prescott** a étudié l'action des solvants acides dilués au point de vue de la quantité de P^2O^5 extraite. Celle-ci est à peu près proportionnelle à la force initiale de l'acide employé. L'augmentation de la durée d'extraction provoque une diminution de P^2O^5 extrait par les acides chlorhydrique, nitrique et sulfurique, et une augmentation de P^2O^5 extrait par l'acide citrique. En ajoutant des quantités connues de phosphate à un sol et procédant à l'extraction, l'auteur a constaté que la quantité de phosphate primitivement présente dans le sol et soluble dans HCl est la même que celle soluble dans l'acide citrique. — MM. **A.-J. Walker** et **W. Farmer** ont étudié l'influence de la dilution de H^2O^2 sur la vitesse de précipitation du manganèse de ses solutions ammoniacales en présence de zinc. Il faut employer une concentration de H^2O^2 de 2,5 °/₀ au moins pour obtenir des résultats exacts. — M. **P.-C. Ray** a préparé un certain nombre de composés d'addition et de substitution du nitrite mercurique avec des thio-dérivés organiques : $(R.S\ HgAzO^2)^2.Hg(AzO^2)^2.H^2O$, $AzHR.C(:AzH).S.HgAzO^2.2HgS.HgO$, etc. — M. **E. Vanstone** a préparé un certain nombre de composés des halogénures d'antimoine avec le *s*-diphényléthane, le stilbène, l'azobenzène. — M. **J.-E. Purvis** a déterminé les spectres d'absorption de diverses substances contenant deux, trois ou quatre noyaux benzéniques unis soit avec des résidus aliphatiques simples, soit avec des radicaux ou éléments inorganiques. — MM. **M. Jones** et **A. Lapworth** ont étudié la cinétique de la décomposition de l'acétate de phényle par l'alcool en présence d'acides et d'alcalis. Il se forme d'abord du phénol libre (ou un phénate alcalin) et de l'acétate d'éthyle, qui est ensuite saponifié à son tour. Les acides et les alcalis accélèrent fortement la vitesse de la première réaction.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 Mai 1914.

M. **J.-G. Gray** présente un certain nombre de dispositifs gyrostatiques pour le contrôle des corps en mouvement. Après avoir rappelé les systèmes gyrostatiques de Lord Kelvin, Blackburn, H. Wilson, qui, tout en présentant une force d'équilibration considérable, étaient dépourvus de stabilité réelle, l'auteur montre des modèles gyrostatiques nouveaux, offrant une stabilité complète : automobiles et bicycles gyrostatiques à deux et à quatre roues. Ils sont applicables aux torpilles sous-marines et aériennes et aux aérostats, et ils peuvent être commandés à distance par la télégraphie sans fil. — M. **W.-R. Bower** décrit une méthode de dessin des ondes frontales en forme de corne produites par la réfraction et la réflexion sur une surface sphérique et de traitement graphique de la théorie élémentaire de l'arc en ciel. La méthode est basée sur les propriétés du centre de jonction. Dans le cas de la réflexion sur une surface sphérique dont les points aplanétiques ne sont pas utilisables, la position du centre de jonction est obtenue par la géométrie élémentaire.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LONDRES

Séance du 2 Mars 1914.

M. **W.-A. Hargreaves** expose une nouvelle théorie de la gélatine explosive, d'après laquelle cette substance, au lieu d'être une solution d'une petite quantité de coton nitré dans une quantité relativement grande de nitroglycérine, est en réalité une solution colloïdale d'une certaine quantité de nitroglycérine dans du coton nitré intimement mélangé avec un peu de nitroglycérine libre non gélatinisée. L'onde explosive qui suit la détonation y est transmise par la nitroglycérine libre, et imparfaitement ou pas du tout par la gelée. La meilleure gélatine explosive est donc celle qui renferme le plus de nitroglycérine libre, pourvu que celle-ci soit retenue par le gel (par adsorption ou autrement) de telle façon que l'explosif terminé ne soit pas sujet à la liquéfaction ou à l'exsudation, et qui a son coton nitré complètement gélatinisé de sorte qu'il ne se produise pas de réduction de la quantité de nitroglycérine libre au cours de l'emmagasinement par gélatinisation secondaire.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Mars 1914.

M. **K. von Wesendonck** : *Sur les processus cycliques entre les isothermes infiniment voisines.* Etant donnée l'importance de ces processus, dont on se sert pour déduire l'équation Helmholtz-Nernst, laquelle constitue une combinaison des deux principaux théorèmes de la Thermodynamique, l'auteur a cru bon d'en signaler quelques propriétés. — M. **F.-A. Lindemann** : *Sur les principes fondamentaux des modèles atomiques.* Les recherches expérimentales de ces dernières années ont mis en évidence un certain nombre de propriétés fondamentales des atomes, à savoir : le fait qu'ils sont impénétrables, tant que les vitesses des atomes ou électrons qui les frappent restent au-dessous de certaines limites; qu'à l'exception de ceux des éléments radio-actifs, ils sont stables dans des intervalles extrêmement grands; que les atomes renferment des électrons émettant dans les lignes spectrales des ondes électriques très peu amorties; que les lignes spectrales non amorties se trouvent même dans l'intervalle des fréquences les plus élevées, celui des rayons X; que la dispersion des rayons X dans la matière permet de calculer une limite inférieure du nombre d'électrons renfermés par l'atome, et que l'effet photo-électrique sélectif est dû aux vibrations électroniques fortement amorties. L'auteur s'est attaché à rechercher les hypothèses permettant d'établir les modèles atomiques qui résument ces faits d'expérience d'une façon plus ou moins complète. Il fait remarquer que les formules des modèles atomiques de Bohr et de Gehrcke sont des cas spéciaux d'une formule dimensionnelle générale, qu'on peut déduire sans leurs hypothèses spéciales. Il signale la possibilité de l'adoption pour l'intérieur des atomes d'une loi dynamique autre que celle de Coulomb. — M. **M. Robitzsch** : *Communications relatives à la Sta-*

tion radio-télégraphique de l'Observatoire allemand d'Ebeltofthafen, au Spitzberg. L'auteur a été chargé d'installer et de diriger une petite station radiotélégraphique, destinée, de concert avec la grande station (de 7 kilowatts) de Green-Harbour, à assurer une communication entre l'Observatoire allemand du Spitzberg et l'Europe. Il étudie les fluctuations d'intensité acoustique très fortes et en apparence irrégulières qu'on observe en général dans les pays arctiques et que l'influence des aurores polaires est suffisante à expliquer. Après avoir expérimenté plusieurs formes d'antennes, qui toutes sont incapables d'améliorer les intensités de réception, il observe que les antennes étendues sur la glace du fjord assurent une réception régulière des signaux radio-télégraphiques. Grâce à la transmission directe de l'heure entre Paris et Ebeltofthafen, M. Robitzsch réussit à exécuter à l'Observatoire une détermination de longitude très exacte. — M. **J. Stark** : *Les difficultés qui s'opposent à l'hypothèse des quanta lumineux, dans le cas de l'émission de lignes de série.* L'auteur discute les difficultés inhérentes aux hypothèses de Planck et de Einstein et annonce son intention de les remplacer par une autre théorie, susceptible de mieux résumer les phénomènes. — M. **E. Liebreich** : *Sur la mise en évidence des aimantations faibles, surtout les aimantations transversales, d'après Poulsen.* L'auteur décrit un nouveau procédé permettant de rendre visibles les aimantations trop faibles pour se prêter à la méthode ordinaire de la limaille. Après avoir saupoudré de fer pulvérulent (*ferrum hydrogenio reductum*) la plaque de fer ou d'acier mise en contact avec un aimant, on détache la poudre, en frappant sur la plaque, de façon à n'en laisser que des traces minimes et on plonge la plaque, pendant quelques minutes, dans de l'acide chromique. Les endroits magnétiques ne tardent pas à se détacher en rouge sombre sur fond rouge. L'image ainsi obtenue se renforce de plus en plus pendant le séchage de la plaque. — M. **O. Bonazzi** : *La variation de résistance électrique des alliages de Heusler, dans un champ magnétique transversal.* On a étudié presque toutes les propriétés physiques des alliages de Heusler, sans trouver une explication simple et plausible du magnétisme si élevé que présente l'union de trois métaux dépourvus de ferro-magnétisme. L'auteur a étudié, sur un échantillon étiré en fil de 0,1 millimètre, les variations de résistance électrique dans le champ magnétique. Il observe que cette résistance, dans un champ magnétique transversal, présente une réduction qui s'accentue graduellement à mesure qu'augmente le champ. Pour l'intensité de champ maximum atteinte dans ces expériences (5.850 gauss), la variation observée est de — 0,072 ohm, et la variation relative, de -65.10^{-5}. Puisque la réduction de résistance est caractéristique des matières ferro-magnétiques, ces expériences font voir que les alliages en question, par rapport à ce phénomène, sont également à classer avec les autres matières magnétiques; ils se comportent, au moins qualitativement, exactement comme le cobalt et certaines variétés de fer. L'auteur vient de continuer ces expériences, en les étendant à des champs magnétiques allant jusqu'à 30.000 gauss. La réduction de résistance diminue de moins en moins, dans les champs intenses, ce qui fait supposer l'existence d'un effet de saturation. — M. **H. Greinacher** : *Sur un redresseur engendrant des tensions constantes de courant continu.* L'auteur indique un dispositif permettant, au moins pour des courants utiles très faibles (10^{-4} ampère ou moins), de convertir une tension de courant alternatif en tension constante de courant continu. Il a été conduit à s'occuper de ce problème par l'étude de son ionomètre, appareil permettant de lire directement la conductibilité de l'air ionisé et qui nécessite une tension constante de courant continu de 200-220 volts. — M. **J. Stark** : *Méthode de dédoublement simultané d'une ligne spectrale, par des champs électriques et magnétiques.* Le dédoublement des lignes de série, sous l'action simultanée de champs électriques et magnétiques, présente un intérêt particulier, non seulement pour l'étude du phénomène lui-même, mais au point de vue théorique, pour apprécier les degrés de liberté des électrons de série d'un atome. N'ayant pas à sa disposition les ressources nécessaires pour observer l'effet Zeeman, l'auteur doit se borner à indiquer une méthode expérimentale permettant d'affronter la solution du problème. — M. **M. Polanyi** : *Au sujet de la déduction du théorème de Nernst.* L'auteur a voulu donner, du théorème de Nernst, une démonstration dont les hypothèses sont limitées aux régions de températures expérimentalement réalisables, et par conséquent mettent ses résultats à l'abri de tout doute. — MM. **R. Pohl** et **P. Pringsheim** : *L'influence des gaz occlus sur l'effet photo-électrique sélectif.* Du potassium tenu en ébullition, pendant cent quatre-vingts et quatre cent trente heures respectivement, dans le vide et à des températures intermédiaires entre 350 et 400°, potassium dont le dégagement gazeux a été réduit à $4,10^{-4}$ centimètres cubes de H^2 par centimètre cube de métal et par heure, donne, à proximité de la fréquence propre de l'effet photo-électrique sélectif, sensiblement la même émission électronique que le métal renfermant de grandes quantités de gaz et laissé sans traitement préalable, lequel dégage, toutes les autres conditions étant semblables, 2 centimètres cubes de H^2 par centimètre cube de potassium et par heure. La présence de l'hydrogène occlus dans le métal ne semble donc présenter aucune importance essentielle pour la production d'un effet photo-électrique sélectif. — M. **A. Eucken** : *Au sujet de la théorie de l'adsorption.* Partant de l'hypothèse suivant laquelle l'adsorption gazeuse sur les solides serait constituée par la formation d'une couche gazeuse comprimée par les forces physiques d'attraction, l'auteur déduit des formules représentant l'adsorption d'un gaz idéal. D'accord avec l'expérience, il trouve qu'aux pressions faibles la quantité adsorbée est proportionnelle à la pression du gaz. La relation observée entre la température est représentée par la théorie d'une façon, en général, correcte. Le potentiel d'adsorption entrant dans les formules peut être mis en rapport avec le potentiel d'attraction de deux molécules, que la théorie des gaz permet de déterminer; d'autre part, il détermine la valeur correcte de la chaleur d'adsorption. En raison de la réduction de compressibilité, aux grandes densités, on observe, chez un gaz réel, aux pressions extérieures élevées, une saturation de la surface. Dans l'adsorption d'une vapeur, on ne réalise en général une saturation que sur une surface fortement accidentée, jamais sur une surface lisse. — M. **S. Valentiner** : *Sur l'exposant de réfraction des mélanges gazeux.* L'auteur applique une théorie de MM. F. Richarz et E. Neumann à ses mesures relatives aux exposants de réfraction des mélanges gazeux; les résultats de ses calculs concordent parfaitement avec ses déductions antérieures. — M. **E. Gumlich** : *Dispositif de mesure, à la culasse, des inductions élevées.* L'auteur, il y a quelques années, a tâché de perfectionner la méthode dite « de l'isthme », préconisée par M. Ewing, pour déterminer les valeurs de saturation du fer et des alliages de fer. Malgré les résultats satisfaisants obtenus avec la modification indiquée par lui, il a cru désirable d'étudier une méthode spéciale permettant de contrôler par des mesures à la culasse les résultats de la méthode de l'isthme. Ses essais comparatifs font voir que la méthode de l'isthme, conjointement avec des mesures à la culasse, permet de déterminer la susceptibilité magnétique jusqu'à une intensité de champ d'au moins 7.500 gauss, en se passant de l'emploi d'un électro-aimant coûteux.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Gérant : A. MARETHEUX.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques.

Élection d'un Secrétaire perpétuel à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 8 juin, l'Académie a procédé à l'élection d'un Secrétaire perpétuel, en remplacement de M. van Tieghem, décédé. Une Commission spéciale avait présenté ensemble MM. A. Lacroix et P. Termier. Au premier tour de scrutin, M. Lacroix a été élu par 36 suffrages contre 23 à M. Termier.

Le nouveau Secrétaire perpétuel est l'un des plus éminents minéralogistes et pétrographes de notre époque. Il est bien connu de nos lecteurs, auxquels il a exposé, à plusieurs reprises, le résultat de ses études sur les grandes éruptions volcaniques récentes (Montagne Pelée, Vésuve, Etna). La *Revue* joint à celles de ses élèves et amis ses félicitations pour la haute distinction dont il vient d'être l'objet.

§ 2. — Physique du Globe.

L'Ondographe. — Les sismographes enregistrent, en dehors des mouvements sismiques proprement dits, d'autres mouvements qui se différencient facilement des premiers : des mouvements à période de 30 à 40 secondes, des mouvements à période beaucoup plus courte : 4-8 secondes. Les recherches entreprises par MM. Otto Klotz, Hecker, Prince Galitzine, etc., ont montré que les premières étaient dues à l'influence du vent, alors qu'il n'existe pas de rapport direct entre l'intensité du vent à la station d'observation et l'intensité des pulsations (microsismes) à courte période. Ces expériences qui sont rapportées par M. Dufour, nous rappellent que le Professeur Wiechert avait émis l'hypothèse que ces pulsations pourraient être le résultat du choc rythmique des vagues sur les côtes. M. Otto Klotz exposait au Congrès de Zermatt, en 1909, qu'il avait comparé des sismogrammes d'Ottawa avec les cartes du temps sur l'Amérique du Nord et que cet examen lui paraissait devoir conduire, entre autres conclusions, à la suivante : une aire de basse pression avec fort gradient passant sur le nord de l'Amérique donne sur les sismogrammes les troubles caractéristiques des vents forts tant qu'elle est située sur le continent; les pulsations apparaissent lorsque l'aire de basse pression atteint la côte de l'Atlantique. L'eau apparaît ainsi comme un élément perturbateur ; afin d'étudier de plus près le rapport possible entre les vagues et les pulsations, la Commission spéciale de l'Association internationale de Sismologie décida la construction du premier appareil donnant le nombre de vagues en un temps donné, c'est-à-dire la période de ces vagues. Ce premier instrument a été expérimenté pendant quelques mois sur la côte du Yorkshire à l'embouchure de la Tyne, et la période trouvée fut d'environ 5°. M. Otto Klotz fit alors construire un instrument analogue auquel il a donné le nom d'ondographe : cet appareil ne donne que la période des vagues et non leur amplitude. Il se compose d'un tube de fer galvanisé dont l'extrémité inférieure ouverte plonge dans la mer au niveau des vagues à marée basse. L'extrémité supérieure est fermée par une sorte de diaphragme élastique en peau, que la compression de l'air intérieur, produite par la vague, déforme. Ce diaphragme soulève une petite lame métallique, qui ferme le circuit de l'enregistreur. Afin d'éviter la fermeture du courant sous l'influence de la variation lente de niveau, produite par la marée, le tube porte dans sa partie aérienne une petite ouverture qui ne laisse échapper qu'une quantité d'air trop faible pour gêner la compression brusque produite par les vagues. L'instrument de M. Klotz, dont les résultats ne sont pas encore connus, a été installé à Chebutts sur une côte rocheuse près d'Halifax et confié à un gardien de phare.

H. P.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

Les moyens d'économiser le combustible. — Sur ce sujet, M. Emilio Damour a présenté une très intéressante communication à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*. Par des exemples vécus, empruntés à toutes

les grandes industries, il s'est proposé de démontrer que l'on n'a pas en France le souci de l'économie de combustible et qu'il serait possible de s'y affranchir en grande partie du tribut écrasant (près de 400 millions de francs) payé à l'étranger.

A cet effet, il a passé d'abord en revue les grandes industries : la métallurgie du fer avec ses trois étapes, hauts fourneaux, fours à acier, laminoirs, en montrant que, dans chaque branche, il serait possible de réduire la consommation de 10, 15 et parfois 30 °/₀; la verrerie où, les fours étant le plus souvent moins bien surveillés parce que la température est plus basse qu'en métallurgie, des économies de même importance ne sont pas impossibles; la céramique, où la prodigalité des industriels est plus grande encore, par suite d'une méconnaissance à peu près générale des conditions de la cuisson et de la dualité de la récupération presque toujours confondue et mal pratiquée; l'industrie de la production d'énergie électrique, où M. Damour regrette qu'un effort plus grand ne soit pas fait dans le sens de l'emploi des grands moteurs à explosion, dont le rendement de 30 à 35 °/₀ (et même 40 °/₀ après récupération des chaleurs d'échappement) est incontestablement supérieur à celui des meilleures turbines et chaudières.

Laissant de côté la petite industrie, dans laquelle la mauvaise utilisation du combustible s'explique et s'excuse bien souvent par un outillage moins bien tenu à jour que dans l'industrie à gros capitaux, M. Damour a terminé sa critique de l'utilisation du combustible par quelques exemples empruntés à l'industrie administrative ou municipale, dans lesquelles la prodigalité est plus grande encore, tels que l'incinération des ordures ménagères ou l'industrie du gaz dans des régions qui pourraient s'alimenter de gaz de fours à coke.

En définitive, M. Damour évalue à non moins de 15 °/₀ l'épargne totale de combustible qu'il serait possible de réaliser.

Il a énuméré ensuite rapidement les sources d'énergie calorifique trop incomplètement utilisées à l'heure actuelle : houille blanche et surtout résidus et déchets de houille qui atteignent dans les mines du Pas-de-Calais près de 10 °/₀ du carbone extrait. En totalisant ces nombres et en les rapprochant des chiffres de consommation et de production de l'année 1913, le conférencier en vient à affirmer que le déficit actuel de 32 °/₀ pourrait sans doute être ramené à 10 ou 15 °/₀; et si l'on tient compte du fait que les grandes industries des ports de Bayonne, Bordeaux, Nantes, Caen, Le Havre et Dunkerque sont des clients naturels et inévitables de l'Angleterre, l'auteur conclut que, pour le reste du pays, la situation houillère, actuellement si préoccupante, pourrait être grandement améliorée.

Quels sont les moyens d'atteindre ce but? L'auteur en propose trois :

Au point de vue technique, il convient de faire disparaître de la science du chauffage l'erreur qui consiste à apprécier un combustible d'après son pouvoir calorifique seul et de substituer à cette valeur absolue, qui n'a que peu de signification pratique, la notion de *valeur d'usage* qui fait entrer en ligne de compte la température de combustion rapprochée de la température de régime, c'est-à-dire le résultat du bilan de la combustion dans chaque industrie.

Au point de vue pratique, M. Damour insiste sur la nécessité de surveiller étroitement les fours et les combustions et, s'adressant aux jeunes ingénieurs, il les conjure de consacrer à cette étude les débuts de leur carrière, d'apprendre à manœuvrer la pelle, le ringard et les registres des fours et surtout leur trousse d'ingénieur composée du pyromètre et de la burette d'analyse des gaz.

Enfin, dans une question d'intérêt général, si l'on veut atteindre un résultat, il faut un peu d'organisation et beaucoup de propagande, avec un rouage central analogue à ce qui existe pour les propriétaires d'appareils à vapeur. C'est pour cette organisation et cette propagande que l'auteur s'est adressé à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, pour résoudre un problème qui a un intérêt à la fois technique et national.

A la suite de cette communication, qui lui a valu de chaudes félicitations de M. Lindet, président, ce dernier s'est engagé à consulter les différents Comités de la Société et à leur demander le procédé qu'il conviendrait de suivre pour appeler l'attention des industriels sur les pertes de charbon qu'ils font tous les jours.

§ 4. — Physique.

Origine de l'ionisation produite par le carbone incandescent. — MM. Pring et Parker ont montré, il y a quelque temps, que l'ionisation produite par le carbone incandescent, en présence de gaz à basse pression, est réduite à une très faible fraction de sa valeur par l'élimination des impuretés du carbone et l'augmentation du degré du vide.

Ces résultats jetaient un doute considérable sur la base même de la théorie de l'ionisation produite par les corps incandescents. D'après cette théorie, développée surtout par Richardson, l'ionisation serait due à l'émission d'électrons libres qui passent dans l'espace environnant par suite de l'énergie cinétique acquise à haute température.

Le travail déjà cité montrait que, dans le cas du carbone, cette ionisation est probablement en relation avec une action, chimique ou autre, exercée par le gaz en contact avec le solide incandescent. D'autres auteurs ont obtenu des résultats analogues avec divers métaux. A la suite de quoi Richardson reconnut que l'ionisation mesurée par lui sur le carbone avait été, en effet, notablement accrue par la présence d'impuretés donnant naissance à une réaction chimique, et il modifia les constantes de ses formules pour les faire cadrer avec les résultats de Pring et Parker; mais il maintint sa théorie générale.

En un mémoire récent[1], M. Pring s'est proposé d'examiner s'il subsiste une émission d'électrons par le carbone incandescent quand on supprime complètement les effets d'ionisation dus à des actions chimiques.

Le charbon utilisé, purifié avec soin, était, avant l'expérience, chauffé très longtemps sous de basses pressions afin de permettre l'extraction des traces de gaz occlus. Ce charbon, en forme de baguette creuse, était placé dans une ampoule et chauffé par l'intermédiaire d'un courant intense. A quelque distance du charbon, toujours à l'intérieur de l'ampoule, on disposait un petit disque maintenu au potentiel de 220 volts, et destiné à capter les ions; l'intensité du courant d'ionisation était mesurée avec un galvanomètre ou par l'intermédiaire d'un électromètre sensible. On pouvait faire un vide très poussé dans l'ampoule, tellement poussé qu'aucune trace de décharge n'était visible dans un tube spectroscopique en relation avec l'ampoule, sous l'action d'une bobine d'induction qui, dans l'air, donnait une étincelle de 12 centimètres. Ceci ne s'observe d'ailleurs que si la baguette de carbone est froide. Quand on la porte à l'incandescence, le degré du vide diminue par suite de l'émission de gaz; à 1.900° la plus basse pression qu'on a pu observer dans l'ampoule a été de 0,0002 millimètre, mais dans beaucoup de cas elle s'est maintenue au-dessus de 0,001 millimètre.

M. Pring a mesuré l'intensité du courant d'ionisation pour le vide le plus parfait qu'il a pu réaliser, et, ensuite, en présence de différents gaz (H, CO, CO^2, He, Ar, Az) purifiés avec soin et sous des pressions variables, mais toujours très faibles.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

1° L'intensité du courant d'ionisation augmente en

[1] *Proc. Roy. Soc.*, novembre 1913.

général avec la température du carbone et la pression du gaz résiduel, quel que soit ce gaz. La différence de potentiel utilisée pour le captage des ions ne semble d'ailleurs jouer qu'un rôle secondaire.

2° Si l'on trace les courbes représentant la variation de l'ionisation avec la température, ces courbes s'échelonnent dans l'ordre suivant :

$$\begin{matrix}He\\Ar\end{matrix},\ Az,\ H,\ CO,\ CO^2;$$

cet ordre est d'ailleurs celui dans lequel va en croissant l'activité chimique du carbone pour ces différents gaz.

3° Sous les plus faibles pressions qui ont été envisagées, le minimum du courant d'ionisation a été, par centimètre carré de carbone, de $1,7.10^{-12}$ ampère à 1.200° et de $8,5.10^{-9}$ ampères à 2.025°. Ces valeurs sont environ 10^7 et 10^{11} fois plus faibles que celles obtenues primitivement par Richardson et sur lesquelles il a basé sa théorie de l'émission thermique des électrons; elles sont encore 10^3 fois plus faibles que celles calculées à nouveau par Richardson après la revision des constantes de sa formule.

En résumé, on peut conclure que l'ionisation produite par le carbone incandescent doit être attribuée, en grande partie, à une réaction chimique entre le carbone et les gaz environnants. S'il est difficile de prouver définitivement qu'il n'y a pas émission d'électrons par le carbone lui-même, il est certain que cette émission est extrêmement faible vis-à-vis de celle que l'on doit attribuer aux modifications chimiques. Le faible courant que l'on observe dans un vide très élevé après un chauffage prolongé n'est pas supérieur à celui que peut faire prévoir la grande difficulté où l'on se trouve de faire disparaître les dernières traces de gaz.

A. B.

La détermination de l'intensité et de la dureté des rayons X. — L'étude des rayons X a pris une importance particulière pour la pratique médicale, depuis qu'on a reconnu l'intérêt que présente un dosage approprié de ces rayons pour préciser leurs effets thérapeutiques et éviter les actions nuisibles. Or, les instruments de mesure qu'on trouve dans le commerce ne permettent de faire que des déterminations grossières et les méthodes de mesure exactes sont trop compliquées pour être à la portée des praticiens.

Dans une thèse inaugurale présentée à l'Université de Goettingue, M. H. Kröncke [1], après avoir défini les deux facteurs les plus importants qu'il s'agit d'apprécier, la dureté et l'intensité des rayons X, recherche des méthodes simples et sûres pour les déterminer. Il fait voir que, dans des conditions appropriées, les mesures d'intensité de courant et de tension suffisent parfaitement dans ce but. Pour mieux définir les conditions de fonctionnement, il actionne les tubes Rœntgen avec des courants continus plutôt qu'avec des courants alternatifs.

L'auteur perfectionne la méthode destinée à engendrer des courants continus à haute tension, indiquée par M. des Coudres, en employant un transformateur à résonance, et il l'applique au fonctionnement en courant continu d'ampoules Rœntgen techniques. Il étudie les caractéristiques statiques de différentes ampoules Rœntgen, à des degrés de dureté variables, et il insiste sur leur importance pratique. L'intensité de rayonnement d'une ampoule Rœntgen se trouve être directement proportionnelle à l'intensité du courant traversant l'ampoule; avec une précision pratiquement suffisante, elle est une fonction carrée de la tension appliquée à l'ampoule.

Les rayons X engendrés par des courants continus sont absolument hétérogènes, même après avoir traversé une couche d'aluminium de 6 millimètres d'épaisseur, qui les réduit à moins de 1 % de leur intensité primitive. La dureté des rayons X, indépendante de l'intensité du courant traversant l'ampoule, est parfaitement définie par la tension appliquée à l'ampoule. Le degré d'hétérogénéité semble être pratiquement indépendant de la tension. Les courbes données par l'auteur représentent la relation entre le coefficient d'absorption des rayons et la tension.

L'influence de l'épaisseur des parois de l'ampoule sur l'intensité et la dureté des rayons est également représentée par des courbes. L'effet des rayons X sur les plaques Schleussner satisfait à la loi Bunsen-Roscoe. La relation entre la tension et le noircissement des plaques par des rayons X d'égale intensité est également étudiée graphiquement.

Après avoir passé en revue les méthodes de mesure de la pratique radiologique, M. Kröncke fait voir comment les résultats de ses expériences permettent d'établir un procédé de dosage exact.

§ 5. — Chimie.

L'application du carbure de calcium à la formation des alliages. — On sait que le carbure de calcium jouit de propriétés réductrices énergiques. M. W.-R. Hodgkinson [1] a eu l'idée de l'appliquer à la préparation des alliages, en réduisant au moyen de ce corps un mélange d'oxydes ou d'halogénures métalliques.

Les expériences sur les oxydes ont échoué, mais celles sur les halogénures ont parfaitement réussi. Les chlorures et les fluorures de la plupart des métaux réagissent vivement sur le carbure de calcium, pourvu que le mélange soit porté à une température suffisante; la réaction se continue ensuite d'elle-même, grâce à la chaleur dégagée, comme dans l'aluminothermie.

Le mieux est d'introduire le mélange d'halogénures et de carbure, en proportions correspondant à l'alliage qu'on désire obtenir, par petites portions successives dans un creuset chauffé. L'alliage fondu se rassemble au fond. Pour les métaux à bas point de fusion, on ajoute un peu de flux additionnel (borax ou sel ordinaire). On peut également remplacer l'un des halogénures par le métal correspondant.

M. Hodgkinson a ainsi préparé des alliages cuivre-manganèse et cuivre-nickel avec une teneur quelconque en Mn et en Ni, en employant un mélange de $MnCl^2$ ou de $NiCl^2$ soit avec $CuCl^2$, soit avec de la tournure de cuivre simplement. Les fluo-tantalate et fluo-titanate de potassium ont été réduits par le même procédé et alliés avec le cuivre.

On a obtenu également des alliages de Mn avec Sn, Bi, Sb et Pb en employant le premier à l'état de chlorure, les autres à l'état métallique.

Ce procédé est susceptible d'une grande généralisation; il permettra, en particulier, d'obtenir des alliages exempts de fer et d'aluminium.

§ 6. — Géographie et Colonisation.

L'expédition du Dr Mawson dans l'Antarctique. — Une expédition australienne, dirigée par le Dr Douglas Mawson, ancien membre de l'expédition Shackleton, a accompli une reconnaissance des côtes de la partie de l'Antarctique de l'est appelée terre de Wilkes, entre 90° et 150° long. E. Gr. On pouvait supposer que le littoral de ce continent s'étend sans discontinuité d'un de ces points à l'autre, mais nous n'avions à cet égard que peu de données. Nous ne connaissions avec certitude que la terre Adélie, découverte en 1840 par Dumont d'Urville; moins certaine était l'existence de la côte Clarie, également signalée

[1] *Annalen der Physik*, 4e série, t. XXXXII, p. 687, 1914.

[1] *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXIII, n° 9, p. 445-446.

par le marin français. Puis, peu de temps après son passage, l'expédition américaine de Wilkes avait indiqué aussi quelques fragments de côtes, mais aperçus de loin seulement : terre Sabrina, terre Knox. L'expédition Mawson, ayant découvert des terres nouvelles, a ajouté par là quelques linéaments précis de plus aux contours supposés du continent antarctique. Elle a rapporté aussi de nombreuses observations scientifiques. Deux de ses membres ont malheureusement péri au cours d'un raid très pénible [1].

L'expédition avait laissé la Tasmanie, le 2 décembre 1911, à bord du navire *Aurora*, que commandait le capitaine J.-K. Davis. Neuf jours après, elle abordait à l'île Macquarie où, sur la pointe nord, à 120 mètres d'altitude, fut installé un poste de télégraphie sans fil, qui devait servir d'intermédiaire entre la terre Adélie et la Nouvelle-Zélande. C'était la première fois qu'une expédition polaire avait assuré, par l'emploi de ce procédé, des relations avec le monde habité. Les cinq membres de la mission laissés dans l'île Macquarie étaient des savants qui furent chargés en même temps de procéder à des études scientifiques.

Ayant repris la mer, le 25 décembre, dans la direction du sud, l'*Aurora* rencontra une barrière de glace qui l'obligea à dévier assez longtemps vers l'ouest. Le navire put enfin atteindre, à l'est de la terre Adélie, une vaste baie que le Dr Mawson appela Commonwealth Bay, en reconnaissance du généreux concours que lui avait fourni la Fédération australienne. Le Dr Mawson s'installa sur les bords de cette baie avec dix-sept compagnons.

Puis, afin de reconnaître les côtes sur la plus grande étendue possible, une seconde escouade fut transportée par le navire jusqu'en un point éloigné vers l'ouest; elle était dirigée par Frank Wild, qui précédemment avait accompagné Scott dans sa première expédition, et ensuite Shackleton, et qui avait été l'un des compagnons de celui-ci dans son raid vers le pôle.

Partie de la terre Adélie, le 19 janvier 1912, l'*Aurora*, dans son trajet vers l'ouest, passa auprès de l'endroit où Dumont d'Urville avait situé la côte Clarie. On n'y vit aucune trace de terre, mais on rencontra des icebergs abondants et le Dr Mawson émit l'avis que la côte Clarie n'était qu'une barrière de glace, disloquée depuis et mise en pièces. Plus loin, par 132°49′ long. E., l'expédition aperçut une haute côte qui présentait un aspect analogue à celui de la terre Adélie et paraissait s'élever à 750 mètres. Au delà s'étendait une longue banquise qui empêchait de s'avancer au sud. On ne vit pas trace de la terre Totten; quant à la terre Knox, où le détachement avait pensé pouvoir s'établir, les glaces ne permirent pas d'en approcher. La terre Termination de Wilkes ne put être non plus retrouvée, et à la place on rencontra une barrière de glace haute de 25 mètres. Enfin, après avoir vainement cherché une côte accessible dans ces régions où la glaciation est extrêmement développée, l'escouade de Wild, forte de sept hommes, débarqua, le 21 février, par 66°18′8″ lat. S. et 94°58′ long E., sur un énorme glacier, très accidenté, qui risquait de se démolir d'un moment à l'autre.

De leurs stations, éloignées de 1.800 kilomètres, Mawson et Wild entreprirent, le long des côtes et dans l'intérieur des terres, de difficiles reconnaissances. Wild, à l'ouest, put s'avancer jusqu'au Gaussberg, sur la terre de l'Empereur Guillaume II et, ayant relevé une ligne de côtes longue de 425 kilomètres, qu'il appela terre de la Reine Mary, il se trouvait avoir démontré ainsi que les rivages continentaux découverts par le professeur E. von Drygalski en 1902 se prolongeaient de beaucoup à l'est; il donna le nom de cet explorateur à l'une des îles d'un archipel situé en face de cette terre. Deux colonies de pingouins empereurs, considérables par leur nombre, furent trouvées dans ces régions.

L'escouade de la terre Adélie se divisa en deux groupes. L'un d'eux, commandé par le lieutenant Bage, s'avança vers le sud-est jusqu'aux environs du pôle magnétique, à 480 kilomètres dans l'intérieur du continent. L'autre, sous la conduite du Dr Mawson, ayant avec lui le lieutenant Ninnis et un savant suisse, le Dr Xavier Merz, se porta vers l'est dans la direction de la terre Victoria, à travers la région inconnue qui reçut le nom de terre du Roi George V. Mais le 14 décembre 1912, les trois voyageurs étant parvenus par 151°35′ long. E. et 68°53′ lat. S., le lieutenant Ninnis disparut soudainement avec son traîneau dans une crevasse qui s'était ouverte sous cette charge. Pour comble de malheur, le traîneau portait la plus grande part des provisions, de sorte que les deux survivants n'avaient plus que pour une dizaine de jours de vivres. Le Dr Merz succomba à son tour d'épuisement, vingt-cinq jours plus tard. Mawson, resté seul, ne dut son salut qu'à son admirable énergie, ayant eu à lutter contre les tortures de la faim et les difficultés d'une marche à travers des glaciers sillonnés de crevasses où il faillit subir le sort de son infortuné compagnon. Enfin, le 29 janvier 1913, après quarante-cinq jours de souffrances, il atteignit un dépôt de vivres; le 8 février il arriva à ses quartiers d'hiver.

L'*Aurora*, après l'avoir attendu un mois, venait de prendre la mer pour aller relever la seconde escouade. Un radiotélégramme fut envoyé au navire, mais une tempête l'empêcha de revenir vers la côte. Le capitaine Davis avait juste le temps d'ailleurs d'atteindre la terre de la Reine Mary, avant que l'approche n'en fût rendue impossible par les glaces, et il n'y parvint, le 23 février, qu'après une navigation très difficile; c'est à grand'peine qu'il put délivrer Wild et ses compagnons et sortir des glaces de la banquise avant qu'elles ne se fermassent. Quant à M. Mawson, il dut faire un nouvel hivernage et ce fut seulement le 26 février 1914 que l'*Aurora* le ramena à Adélaïde.

En dehors des levés de côtes nouvelles, l'expédition a rapporté des observations météorologiques régulièrement suivies et d'abondantes collections d'histoire naturelle. Elle a pu constater que la terre Adélie est l'une des régions du globe les plus sujettes aux ouragans; elle l'est même beaucoup plus que la terre Victoria, que Scott et Shackleton ont décrite comme particulièrement venteuse.

Les diverses navigations de l'*Aurora* ont permis, en outre, de faire des observations océanographiques des plus intéressantes. De fréquents sondages opérés durant sa traversée de la terre Adélie à la terre de la Reine Mary ont montré que la plate-forme continentale de l'Antarctique est en cet endroit très étroite et tombe brusquement à pic. Le navire a spécialement fait deux croisières en mai-juillet 1912 et novembre-décembre de la même année, au cours desquelles il a été procédé à de nombreux sondages [1]. Ils ont révélé qu'il existe une fosse très profonde au sud de la Tasmanie, puis le sol se relève et une nouvelle dépression à l'est, qui atteint jusqu'à 4.723 mètres, s'observe au nord de l'île Macquarie et se prolonge jusqu'à l'île Auckland.

Gustave Regelsperger.

[1] La principale documentation sur l'expédition Mawson a été jusqu'ici fournie par *The Geographical Journal*, notamment en mai 1912, p. 482-486, avec carte ; novembre 1912, p. 567-568; mars 1913, p. 228-230 ; avril 1913, p. 355-356; juin 1913, p. 550-553 (Report by captain J.-K. Davis) et p. 595; juillet 1913, p. 82-83 ; avril 1914, p. 413-415 (Dr Mawson's Return). — Voir aussi Charles Rabot : Les résultats et les drames de l'expédition Mawson dans l'Antarctique (*L'Illustration*, 9 mai 1914). — Id. : L'expédition Mawson dans l'Antarctique (*La Géographie*, 15 mai 1914, p. 344-350).

[1] Prof. T. W. Edgeworth David: Discovery by the Australasian Antarctic expedition of important submarine banks (*The Geographical Journal*, mai 1913, p. 461-463, avec 2 cartes) ; Captain J.-K. Davis : The soundings of the Antarctic ship *Aurora* between Tasmania and the Antarctic continent [1912] (*Id.*, octobre 1913, p. 361-362, avec carte hors texte); Sir John Murray : Notes on the Antarctic soundings of the *Aurora* (*Id.*, p. 362-364).

LA BALISTIQUE DU FUSIL DE CHASSE

Au début du XIXe siècle, les fusils de chasse étaient du système dit à silex; l'étincelle produite par le choc d'un morceau de quartz sur une lame d'acier enflammait, ou n'enflammait pas, la poudre du bassinet et, de là, mettait le feu à la charge. Plus tard, dans le fusil à piston, qui date de 1830 environ, une amorce au fulminate de mercure vint remplacer le silex.

On chargeait les armes de ce genre par la bouche; on versait la poudre dans le canon; pardessus, on bourrait un carré de papier à l'aide d'une baguette, on versait ensuite le plomb et on terminait par un dernier bourrage. Les fusils à pierre et à piston offraient quelque danger, étaient d'un maniement peu facile; ils sont remplacés depuis cinquante ans par les fusils à bascule, se chargeant avec des cartouches faites à l'avance. Celles-ci ont d'abord été du type à broche; elles sont aujourd'hui à percussion centrale. Au point de vue balistique, ces dernières marquent un certain progrès sur les précédentes; leur maniement présente moins de danger.

La balistique extérieure du fusil de chasse a fait l'objet d'ouvrages récents en Angleterre, en Allemagne, en France; parmi les auteurs français, le général Journée est le plus connu.

Les constructeurs se sont attachés : 1° à fabriquer des armes solides; ils y sont parvenus, grâce à la substitution de l'acier au fer forgé et à l'adoption de fermetures de culasses bien étudiées; 2° à obtenir un groupement des plombs aussi dense que possible; à cet effet, ils emploient le choke, rétrécissement du canon près de la bouche. Ce rétrécissement ne mesure que quelques dixièmes de millimètre.

I. — Les cartouches.

Autrefois, les personnes usant de fusils de chasse faisaient elles-mêmes leurs cartouches; peu à peu de grandes manufactures sont nées, qui se chargent de cette fabrication.

On met un peu de tout dans les cartouches : poudre noire et diverses poudres sans fumée, celles-ci brisantes et exigeant des armes spécialement éprouvées, bourres de feutre non graissées, bourres de feutres graissées, bourres de carton, de liège, de cuir, poudre de talc mélangée aux grains de plomb, graisse fondue versée dans le plomb, etc. Ce dernier artifice est dangereux avec les poudres sans fumée, car il cause des surpressions. On enveloppe parfois le plomb dans une sorte de petite cage, cartouches grillagées, dans des étuis en carton dénommés concentrateurs; on place aussi des croisillons dispersants dans la charge, on raye en hélice les étuis des cartouches...

Les charges de poudres sont connues. Pardessus les poudres noires, celles-ci excellentes, très régulières, mais donnant de la fumée et encrassant les canons, on doit mettre une rondelle de carton très dur et très mince, puis une bourre de feutre gras aussi épaisse que possible ou, mieux, une pastille faite d'un mélange de cire et de graisse animales, une seconde rondelle de carton, le plomb, une troisième rondelle de carton; on termine par un bon sertissage.

Les poudres sans fumée ont les graves défauts, aussi bien à l'étranger qu'en France, d'être hygrométriques, de se décomposer avec le temps (au bout de cinq ans pour un lot de cartouches en notre possession) au moins dans certains cas, de différer notablement d'un lot à l'autre. On nous promet, il est vrai, une nouvelle poudre, celle-ci excellente. Quand on emploie ces poudres, la première rondelle de carton doit être séparée de la bourre grasse par un feutre sec de 2 millimètres à 3 millimètres d'épaisseur; la bourre grasse paraît devoir être employée ici à l'exclusion de la pastille de cire et graisse, tout ce qui peut causer des surpressions, toujours dangereuses avec les poudres sans fumée, devant être évité.

La nature et les numéros du plomb à employer sont connus; mais la diversité des échelles de numérotage des plombs — nous en connaissons six, et il en existe peut-être dix, ou plus, — fait que nous sommes obligé de renoncer, dans une étude telle que celle-ci, à faire état des numéros et de définir, comme il suit, les échelles convenant aux différentes espèces de gibier : 120 grains au *décagramme* pour le gibier de taille inférieure au perdreau, 100 grains pour le perdreau, le lapin et analogues, 60 pour le lièvre, 50 pour le canard, 30 pour le chevreuil; à l'arrière-saison, on doit prendre des numéros un peu plus forts, respectivement 100, 80, 50, 30, 20. Le plomb doit être de la catégorie appelée durcie.

Les croisillons dispersants, les concentrateurs de divers modèles, les poudres de talc et autres et les graisses dans lesquelles on noie le plomb, *tous les artifices essayés jusqu'ici* ont une influence mauvaise, soit sur la dispersion, soit sur la pénétration, soit sur la régularité du tir.

Des études d'un grand intérêt ont été faites sur les cartouches, mais la question n'est pas épuisée.

Je ne citerai qu'un fait. Interposer une lame de caoutchouc entre la tête d'un clou et un marteau empêche le marteau d'enfoncer le clou, empêche la force vive dont la tête du marteau est armée d'être transmise au clou: cette force vive est en effet absorbée, pour une bonne part, par les déformations du caoutchouc. On n'a guère remarqué que, parallèlement, une bourre élastique diminue l'action de la poudre sur les plombs et atténue, par suite, la force de pénétration des plombs de la charge. Nous avons pu diminuer de 1/4 la force de pénétration par l'adjonction d'une bourre élastique supplémentaire aux bourres normales.

II. — Les fusils.

La longueur des canons peut varier indifféremment de 68 centimètres à 72 centimètres, pour la chasse; il paraît préférable de porter leur longueur à 75 centimètres pour le tir aux pigeons. Un fusil de chasse, calibre 12, doit peser 2 kil. 900, à 100 grammes près, en plus ou moins, 300 grammes de moins pour le calibre 16, 200 grammes de moins, encore, pour le calibre 20.

Le calibre 12, en raison de la quantité de plomb qu'il admet, est le mieux adapté aux tireurs de force musculaire un peu au-dessus de la moyenne; ceux-ci devront rejeter le calibre 20.

Les tireurs mauvais ou moyens prendront le canon gauche choke faible; les bons tireurs le canon gauche choke moyen; les très bons tireurs le choke fort, les excellents tireurs le choke aussi fort que possible. Le canon droit, que l'on tire à plus courte portée que le gauche, sera, en proportion, cylindrique amélioré, choke moyen, choke fort. La plupart des armuriers vendent des fusils serrant le coup au delà du nécessaire.

Un certain nombre d'armuriers déterminent à l'aide d'un conformateur spécial la crosse qui convient à un tireur désigné. Cette manière de faire est à encourager. L'arme doit en effet venir automatiquement à l'épaule et de telle sorte qu'il suffise de placer le *guidon* sur le but, la position de la main gauche déterminant, selon les cas, la flèche de la trajectoire. Avec une crosse convenable, il n'est plus nécessaire de prendre la ligne de mire le long de la bande, et la vision binoculaire, de beaucoup préférable à la manœuvre qui consiste à fermer l'œil gauche, peut être usitée par la plupart des tireurs.

III. — Orientation de l'industrie du fusil de chasse et de la fabrication des cartouches de chasse.

Nos fusils actuels sont des armes très imparfaites au point de vue du groupement des plombs d'un coup de fusil à l'autre. Ce sont des machines à rendement très irrégulier.

La seule manière d'étudier le groupement est de tirer de nombreux coups de fusil sur une cible déterminée. L'usage est de se conformer aux mesures anglaises en pouces, pieds, yards, et de placer la cible à la distance de 36m,56 (40 yards) de la bouche du canon; on tire avec du plomb n° 6, chilled shot, de Newcastle (270 grains dans 1 once de 28 gr. 35). On cherche le centre du coup *après avoir tiré* et on trace 6 cercles centrés au coup, ayant pour *diamètres* respectifs 0m,381, 0m,539, 0m,661, 0m,762, 0m,852, 0m,934, ce qui détermine un petit cercle, 0m,381, et 5 couronnes, soit 6 zones, toutes de *même aire*. On fait la statistique des plombs de chaque zone. Pour un même canon de fusil, cette statistique présente des différences notables, tout en étant soumise à une certaine loi moyenne. En voici un exemple, pris avec un canon calibre 12, et 270 grains de plomb tirés chaque fois. Les chiffres de la première colonne désignent le numéro d'ordre du coup de fusil, les chiffres des colonnes suivantes désignent les nombres de plombs relevés dans les 6 zones indiquées :

1	31	30	27	27	22	27	115
2	43	35	29	22	18	14	129
3	40	31	36	20	15	9	127
4	28	27	31	29	20	25	115
5	41	33	24	26	18	16	124
6	50	40	29	21	26	8	140
7	**22**	**25**	**25**	**23**	**29**	**23**	**95**
8	37	28	28	26	20	27	119
9	45	41	22	25	19	13	133
10	35	38	29	34	27	14	136
Moyennes	37	33	28	25	21	18	123

Dans la dernière colonne, figurent les nombres de plombs additionnés des 4 premières zones, seule caractéristique actuelle, et très insuffisante, des canons de fusil : cylindrique, cylindrique amélioré, choke plus ou moins fort sont réputés donner respectivement 30 %, 40 %, 55 %, 65 %, 75 % de 270 grains dans cette zone; ici, le chiffre moyen 123 représente 46 % de la charge, le canon est choke faible.

Les nombres *moyens* de plombs peuvent être écrits, sans grande erreur : 35, 30, 26, 23, 21, 20 et vérifient alors la loi :

$$N_p = 38p - 3p^2 + \frac{1}{6}(p^3 - p),$$

en ce sens que, donnant à p les valeurs 1, 2, 3, 4, 5, 6, on obtient les nombres N d'impacts 35, 35+30, 35+30+26, etc., des cercles. On peut donner à p des valeurs fractionnaires et calculer le nombre moyen d'impacts d'un cercle concentrique aux précédents et de rayon quelconque. On peut aussi calculer, à l'aide de cette formule, le nombre moyen d'impacts

que renferme un cercle de rayon quelconque, non concentrique aux cercles fondamentaux, mais dont la position du centre et le rayon sont donnés.

Le septième coup échappe complètement à la loi. Nous le désignons sous le nom d'*anormal* et il faut souligner son importance.

Dans les tirs aux pigeons, où la distance du tir, l'efficacité du tir sont réglées minutieusement, un coup à plombs sur cinq, environ, offre une dispersion faible (n° 7 du tableau), qu'on ne s'est pas préoccupé d'empêcher, qu'on n'a même guère étudiée. Ces coups anormaux, mis en évidence par le général Journée, et dont j'ai fait récemment la statistique, sont en proportion de 5 °/₀ à 25 °/₀ suivant les canons et suivant la charge de plomb; ils sont d'ordinaire en nombre minimum pour 32 grammes, 28 grammes, 24 grammes de plomb dans les calibres respectifs 12, 16, 20. Le plus souvent, la pièce de gibier tirée reste indemne, lorsque le coup est anormal. Cette irrégularité tient-elle aux canons, aux cartouches? à l'un et à l'autre, sans aucun doute.

Une étude minutieuse de ce phénomène permettrait, sinon de le supprimer, du moins de classer les fusils d'après la régularité de leur tir, d'un coup à l'autre.

Au pourcentage plus ou moins grand du nombre de coups anormaux, on doit ajouter la caractéristique du groupement à une distance donnée P; celle-ci est exprimée par une loi de la forme

$$R_{50} = aP + bP^2,$$

où R_{50} désigne le rayon en centimètres du cercle contenant 50 °/₀ des plombs, P la distance en mètres de la cible à la bouche du canon, a, b deux constantes propres à chaque canon. En moyenne, a, b ont les valeurs 1,3 et 0,0075 pour les canons cylindriques, 0,65 et 0,0035 pour les canons choke très fort. On rencontre toutes les valeurs intermédiaires d'un canon à l'autre; qui plus est, ces chiffres varient quelque peu, pour un même canon, avec les numéros de plomb employés: beaucoup de canons serrent en effet sensiblement plus quand on augmente la grosseur du plomb.

Certains canons, les canons cylindriques surtout, sont insensibles, pour les zones centrales de la cible, qui sont les plus importantes, à l'augmentation ou à la diminution du nombre des plombs d'une même grosseur. Cela, cependant, n'est pas absolu: nous connaissons un canon cylindrique qui, avec une médiocre charge de plombs, donne un tir *plus serré* qu'avec une charge plus forte. Il est juste de dire que les canons choke donnent presque tous des zones centrales d'autant plus garnies que la charge de plomb est plus forte.

En résumé, chaque canon a plusieurs caractéristiques propres, dont les vendeurs ne tiennent, le plus souvent, aucun compte, se bornant à dire que tel canon est cylindrique, cylindrique amélioré, demi-choke, choke, full-choke, ce qui ne donne que des renseignements très incomplets sur les « possibilités » de l'arme.

Les caractéristiques que nous indiquons devraient servir de base au prix de vente des armes, au lieu que celui-ci est d'ordinaire déterminé par le luxe de la crosse et des canons, par la marque de fabrique.

Tous les armuriers, cependant, prétendent mettre dans le commerce les meilleures armes qui soient; malheureusement, au contraire de ce qui se passe pour la plupart des objets manufacturés, l'acheteur ne peut se rendre compte par lui-même de la valeur de l'objet offert. L'essai d'un fusil nécessite, en effet, le tir de 20 cartouches, au moins, dans chaque canon, sur des cibles de groupement doublées de cibles de pénétration, établies suivant des principes difficiles à réaliser par des non-spécialistes. Il est même des armuriers qui ne paraissent pas se rendre compte de ce que devrait être l'essai d'un canon au point de vue du groupement et qui prétendent, malgré tous les démentis infligés par des essais connus, souvent publiés, que le pourcentage des plombs mis dans des cibles identiques par un même canon de fusil, chargé avec des cartouches semblables, est à peu près invariable d'un coup à l'autre; abstraction faite des coups anormaux, à faible pourcentage, ce nombre de plombs varie moyennement de 5 °/₀ à 10 °/₀ dans une série de 10 coups de fusil, c'est-à-dire de 5 à 10 plombs pour une charge comportant 100 grains de plomb et de 15 à 30 plombs si la charge atteint 300 grains; on suppose ici que l'on tire dans une cible de $0^m,762$ de diamètre placée à $36^m,56$ de la bouche du canon.

Les caractéristiques d'un canon étant connues, on peut faire des cartouches qui donnent avec celui-ci les résultats optima. Certains tireurs paraissent l'avoir remarqué, sans se rendre précisément compte, et on peut expliquer ainsi que leurs préférences se portent sur une marque déterminée, qu'ils fassent ou fassent faire des cartouches constituées suivant des données spéciales, et là, dans la diversité des cartouches, paraît s'ouvrir un large champ pour l'industrie: bien plus que dans la fabrication de certains artifices surannés qui, on l'a dit, n'ont jamais donné que des mécomptes. Et cela d'autant plus que le tireur ignore presque toujours les charges de poudre et de plomb qui, variables d'un canon à l'autre, on ne saurait trop le répéter, conviennent à son arme. Il arrive même que certaines cartouches du commerce sont faites d'après des données manifestement mauvaises: c'est ainsi que

nous avons tiré des cartouches calibre 20, d'une bonne marque, contenant 29 grammes de plomb au lieu de 24 et possédant une force de pénétration inférieure de un cinquième à la normale.

Bref, trop souvent, le tireur se juge plus maladroit qu'il n'est; son arme est mauvaise, il ne s'en doute pas; il arrive aussi qu'il n'a pas la notion des munitions qui lui conviennent, de ce que peut rendre son arme avec des munitions convenables.

On ne parlera pas ici du tir à balles dans les fusils de chasse; son intérêt diminue de jour en jour.

R. de Montessus,
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

LE PROBLÈME DE L'ORIGINE DES PÉTROLES

Les pétroles prennent chaque jour une importance économique plus considérable; les problèmes qui se rapportent à leurs caractères physiques et chimiques, leurs conditions de gisement, leur origine, s'imposent de plus en plus à notre attention.

D'après les plus récents travaux des chimistes roumains, les pétroles sont de véritables mélanges d'hydrocarbures solides, liquides et gazeux; trois types y dominent : les carbures saturés forméniques C^nH^{2n+2}, les carbures saturés naphténiques C^nH^{2n}, les carbures aromatiques de la série C^nH^{2n-6}; à côté, et en moindres proportions, se rencontrent des carbures aliphatiques éthyléniques C^nH^{2n} et acétyléniques C^nH^{2n-2}, des camphènes et des terpènes C^nH^{2n-4}, des carbures aromatiques des séries C^nH^{2n-8}, C^nH^{2n-10}, C^nH^{2n-12}; les éléments accidentels sont des phénols, des acides de pétroles, des composés, mal connus, du soufre ou de l'azote avec divers hydrocarbures, etc. Les principales impuretés sont : l'eau salée, le soufre, l'acide carbonique et l'azote.

On a tenté de caractériser les types régionaux de pétroles par la prédominance des carbures saturés forméniques en Pensylvanie, des carbures saturés naphténiques et des carbures aromatiques au Caucase, des carbures aromatiques aux Indes. Les pétroles des Carpathes, riches à la fois en carbures forméniques et en carbures aromatiques, figuraient le lien entre les pétroles caucasiens ou indiens et les pétroles pensylvaniens dits américains. En réalité, les pétroles des gisements connus n'ont point entre eux de différences permettant de caractériser de grandes divisions géographiques; certains pétroles américains, par exemple, se rapprochent beaucoup plus des pétroles caucasiens que des pétroles pensylvaniens.

Le problème de l'origine des pétroles a été posé par les naturalistes à une époque où la science géologique, en sa première enfance, ne disposait que de rudimentaires méthodes d'investigation. Lorsque les premières hypothèses sur l'origine purement minérale ou purement organique des pétroles furent formulées, on n'avait que fort peu de connaissances sur les caractères chimiques des pétroles et les particularités de leurs gisements. L'étude géologique des gisements de pétroles ne pouvait se faire qu'après leur mise en exploitation et devait même attendre, pour avoir toute sa valeur, le développement des sciences géologiques; il est donc naturel que les premiers travaux importants pour la recherche de l'origine des pétroles n'aient pas été des travaux sur le terrain, mais des travaux de laboratoire.

I. — Travaux de laboratoire.

1. *Reproduction des pétroles.* — La reproduction, par synthèse, d'hydrocarbures analogues à ceux des pétroles fut faite pour la première fois par Berthelot en 1866; elle fut reprise en 1896 par Moissan et Moureu. En 1901 et 1902, Sabatier et Senderens, faisant agir sur le nickel réduit des proportions variables d'acétylène et d'hydrogène, réussirent à préparer des liquides analogues aux divers types de pétroles; ils démontraient ainsi que tous les hydrocarbures essentiels des pétroles peuvent être reproduits en laboratoire par voie inorganique. Dans toutes ces expériences, les métaux ne sont que des agents catalyseurs, comme l'ont confirmé depuis les recherches de Sabatier et de Senderens sur l'action catalytique des divers métaux, des phosphates, de la silice, de l'alumine, etc.

Malgré le grand intérêt de ces synthèses, il serait prématuré d'en tirer des conclusions favorables à l'origine inorganique du pétrole. Toutefois, dès 1877, Mendeleef s'appuyait sur les synthèses réussies par Berthelot pour affirmer que *le pétrole était d'origine purement minérale et provenait de l'action de l'eau sur les métaux carburés des régions profondes de la lithosphère.* Sans entrer dans la discussion des conditions réalisées dans ces régions profondes, on peut craindre que les hautes températures qui y règnent n'amènent la destruction immédiate d'hydrocarbures, préparés en laboratoire à des températures qui ne dépassent guère 300° C. Pendant de longues années, on a pris comme

dogme les affirmations de Mendeleef, sans se demander s'il n'avait pas commis une imprudence du même ordre que celle qui consisterait à attribuer une origine inorganique aux diverses substances organiques, animales ou végétales, que les progrès de la Chimie ont permis de reproduire par synthèse.

Dès 1865, un an avant la première synthèse de Berthelot, Warren et Storrer obtenaient — par distillation destructive d'un savon calcaire d'huile de poisson — un mélange d'hydrocarbures analogue aux pétroles forméniques ; en 1875, des carbures liquides, du même type, furent recueillis, dans la distillation des acides gras bruts, à la fabrique de bougies Fournier à Marseille ; en 1877, Radziszewski démontra que la décomposition putride de la cellulose donnait de l'acide carbonique et toute une série de carbures forméniques. Ces découvertes, peu connues, précédèrent de longtemps celles d'Engler, Lehmann, W. C. Day, Marcusson, qui, de 1888 à 1906, préparèrent des liquides analogues aux pétroles par distillation de matières organiques animales ou végétales telles que : huiles d'olive, de colza ou de poisson; beurre, cire d'abeilles, etc. Pas plus que la synthèse des pétroles n'en prouve l'origine inorganique, ces expériences ne permettent de conclure que *le pétrole est d'origine organique et provient de la distillation à l'abri de l'air des produits de décomposition d'organismes animaux ou végétaux*; elles permettent seulement de constater que, à l'exception des carbures naphténiques, les hydrocarbures essentiels des pétroles peuvent être reproduits en laboratoire par voie organique.

Si l'on oppose la reproduction des pétroles par distillation de matières organiques à leur reproduction par synthèse, on voit que, seule, cette dernière a permis d'obtenir des carbures naphténiques. Il faut se garder de conclure que de tels carbures ne peuvent dériver de décompositions organiques ; notre impuissance temporaire à les reproduire, par cette voie, n'en exclut pas la possibilité. Fait curieux, ces naphtènes n'ont jamais été signalés dans les hydrocarbures volcaniques ou éruptifs, fumerolles, inclusions, etc., presque exclusivement composés de ce même formène, si répandu parmi la vase des marais où il provient de la décomposition de matières organiques.

Dès lors, on est amené à reconnaître que, si elles nous renseignent précieusement sur la composition et les divers modes possibles de formation des hydrocarbures, *les reproductions de pétroles faites en laboratoire, par voie organique et par voie inorganique, laissent entièrement posé le problème de l'origine organique ou inorganique des pétroles.* Il convient d'ailleurs de faire les plus grandes réserves sur la possibilité de rencontrer, dans la Nature, les conditions dans lesquelles se sont placés les auteurs des diverses reproductions de pétrole.

2. *Analyses comparées.* — Depuis 1907, tout un groupe de chimistes allemands et autrichiens (Engler, Späte, Stremme) a cherché quelles différences existent entre les compositions des pétroles de gisements de divers âges. Après avoir examiné un certain nombre d'échantillons de pétroles et de bitumes, ils s'efforcèrent d'établir une chaîne ininterrompue entre les pétroles les plus anciens, les pétroles les plus jeunes et des produits bitumineux considérés par eux comme récents et provenant de la décomposition, à l'abri de l'air (*Bituminierung*), d'organismes animaux ou végétaux. Les analyses comparées montrèrent que la proportion de l'hydrogène au carbone est à peu près constante dans les divers échantillons; que la proportion d'azote[1] est deux ou trois fois plus grande dans les bitumes récents que dans les pétroles et bitumes géologiques, enfin que la proportion d'oxygène diminue quand l'âge des pétroles augmente. Il faut se garder de considérer ces lois comme sûrement établies; les recherches ont porté sur une importante, mais incomplète série d'échantillons, parmi lesquels les bitumes récents sont bien difficiles à authentiquer; dès maintenant, on peut s'assurer que ces lois sont en défaut quand on veut les appliquer à certains pétroles américains. La méthode adoptée comporte tous les risques et toutes les imprécisions des méthodes d'extrapolation; ce sont malheureusement, dans l'espèce, les seules méthodes à notre portée; il faut en user avec la plus grande circonspection après avoir accumulé de longues séries d'analyses de bitume, de pétrole et de roches encaissantes. Toutes ces précautions seraient d'autant plus désirables qu'est plus considérable l'utilité de travaux tels que ceux qui viennent d'être énumérés et qui peuvent prétendre à nous fixer, non seulement sur l'origine des pétroles, mais encore sur le processus de leur formation.

3. *Recherches physiques.* — Parmi les recherches physiques effectuées en laboratoire, il faut signaler celles de D. T. Day qui, filtrant des pétroles bruts et impurs à travers quelques centimètres de terres argileuses, les a débarrassés d'une partie de leurs impuretés, notamment de la presque totalité de leur soufre ; il semblerait, en outre, que le seul passage d'un pétrole d'une roche dans une autre

[1] D'après les récents travaux de Moureu et Lepape, il faudrait distinguer ici l'azote organique de l'azote minéral.

puisse modifier certains caractères du mélange d'hydrocarbures qui constitue ce pétrole. Ces expériences ont surtout une grande importance pour l'étude des phénomènes de migration.

L'activité optique des pétroles, signalée pour la première fois par Biot en 1835, serait due — suivant les recherches faites au laboratoire de Carlsruhe — à la présence, dans ces pétroles, de simples traces de la cholestérine des graisses animales.

Quelque importants que soient tous ces travaux de laboratoire, ils ne sauraient suffire à donner la solution du problème de l'origine des pétroles. Dans l'état actuel de nos connaissances, la Chimie, la Physique et la Géologie peuvent contribuer à réunir toutes les données de ce problème et à en présenter, sous forme d'hypothèses, les solutions possibles; la Géologie seule peut assurer les contrôles indispensables de ces hypothèses. Il convient par-dessus tout de chercher si, en groupant les observations géologiques précises faites sur tous les gisements de pétrole connus, on peut y trouver un contrôle suffisamment effectif de l'une des hypothèses formulées; si, par cette voie, on arrive à reconnaître que certains phénomènes géologiques ont toujours accompagné la formation des pétroles et des bitumes, il ne restera qu'à choisir l'hypothèse qui, dans tous les cas, permet d'expliquer ces phénomènes.

II. — Observations géologiques.

1. *Stratigraphie et facies des dépôts pétrolifères.* — Il est tout d'abord capital de constater que toutes les roches pétrolifères des grands gisements sont des roches sédimentaires; que, en dehors des grands gisements, les seules roches éruptives imprégnées de pétroles sont des roches poreuses en contact direct avec des roches sédimentaires également imprégnées. La plupart des roches pétrolifères ne sont certainement pas les roches où les pétroles se sont formés, c'est-à-dire leurs *roches mères*, mais, dans tous les gisements, on constate que les roches pétrolifères sont des éléments de séries sédimentaires, à caractères particuliers, en dehors desquelles on ne rencontre plus de roches pétrolifères. A ces séries sédimentaires restreintes, on peut donner le nom de *complexes pétrolifères*. Depuis les gisements ordoviciens, les plus anciens connus, jusqu'aux gisements pliocènes, les roches pétrolifères sont, soit des calcaires magnésiens poreux, soit des grès, appartenant à des complexes de sédiments à facies lagunaire; beaucoup de ces complexes pétrolifères sont limités à la base par de puissants dépôts de mer profonde, au sommet par des dépôts à charbons fossiles; ils présentent le plus souvent des intercalations de petits niveaux marins ou continentaux. Lorsque, latéralement, les roches constituant un complexe pétrolifère passent du facies lagunaire au facies franchement marin, on n'y rencontre plus de pétrole.

C'est dans les gisements ordoviciens de Lima-Indiana et les gisements dévoniens de l'Ontario, que les complexes pétrolifères sont le moins nettement délimités; le pétrole de ces gisements est localisé aux parties magnésiennes et poreuses de calcaires qui restent stériles dans leurs parties non magnésiennes et compactes; les auteurs américains estiment généralement que ces calcaires magnésiens poreux, à caractères récifaux, sont les roches mères des pétroles; toutefois, il est bon de noter qu'ils renferment de fréquents petits lits de schistes argileux et gréseux et qu'ils sont recouverts par d'importantes masses de schistes. Dans tous les autres gisements pétrolifères — gisements gothlandiens du Kansas; gisements dévoniens des Lacs Canadiens et des Appalaches; gisements carbonifères de l'Illinois, des Appalaches, du Mid-Continent (Oklahoma, Kansas) et du Texas; gisements crétacés du Wyoming, du Colorado, du golfe du Mexique, de la Californie, des Carpathes, de Cuba et d'Haïti; gisements éocènes de Bornéo et du Caucase; gisements miocènes et pliocènes des Carpathes, du Caucase, de Sumatra, Java, Bornéo, de la Californie et du golfe du Mexique, — partout, les roches pétrolifères sont, ou des grès, ou de petits niveaux de calcaires magnésiens poreux, intercalés au milieu d'importantes masses de roches argileuses ou siliceuses à facies franchement lagunaire.

Des observations sur la stratigraphie et les conditions de sédimentation des roches pétrolifères on peut conclure que :

1° *Il est impossible, même dans une région peu étendue, d'établir un synchronisme de dépôt entre les diverses roches ou les divers complexes pétrolifères des grands gisements*;

2° *Tous les complexes pétrolifères des grands gisements, quels que soient leur âge et leurs caractères lithologiques, ont un facies franchement lagunaire.*

2. *Tectonique.* — Les relations des gisements de pétrole avec la tectonique, en particulier dans les régions faillées et volcaniques, n'ont rien de régulier; on connaît des gisements aussi bien dans des zones plates ou à peine ondulées que dans des zones franchement plissées; quand les gisements sont au voisinage de grandes lignes de plissements, ils n'ont point, par rapport à ces lignes, des positions identiques; il est donc impossible d'établir une relation générale entre les complexes pétrolifères et les phénomènes de plissements. La loi anticli-

nale, si fréquemment vérifiée dans la distribution des gisements, n'infirme en rien les observations précédentes; elle ne se rapporte pas à la formation originelle des pétroles, mais à leur migration pour laquelle les poussées orogéniques ont joué le rôle capital.

De très nombreux gisements de pétrole sont dans des régions non disloquées et dépourvues de tout caractère volcanique[1]; cependant, quelques grands gisements sont dans des régions fracturées et volcaniques; tels sont les gisements de la Californie, du Japon, des Indes néerlandaises et du Mexique. En Californie, les fractures et les venues volcaniques sont en pleine région pétrolifère ; elles sont absolument étrangères à la distribution des complexes et leur action n'est intervenue que dans les phénomènes de migration à l'intérieur et au contact de ces complexes ; il en est sensiblement de même au Mexique, où des cheminées et des coulées volcaniques postérieures au dépôt des complexes sont devenues des obstacles à la migration après en avoir été les premiers agents. Au Japon et aux Indes néerlandaises, la situation est entièrement différente, car les complexes pétrolifères sont nettement distincts des régions volcaniques : à Bornéo, les sédiments miocènes et pliocènes à houille et à pétrole sont plus récents que les roches volcaniques avec lesquelles ils sont en contact.

Dans la distribution des complexes pétrolifères et dans la mise en réserve des pétroles, le rôle des phénomènes de plissement, de dislocation et de vulcanisme a pourtant été très efficace. Antérieurs à la sédimentation des complexes, ou leurs contemporains, par leur influence sur la répartition des continents et des océans, ils ont été les principaux agents de distribution des dépôts sédimentaires de divers facies et les complexes pétrolifères n'ont pas échappé à cette action; postérieurs à la sédimentation des complexes, ils les ont plissés et fracturés, traversés ou recouverts par des venues volcaniques, ils en ont bouleversé la structure originelle et y ont créé les conditions physiques auxquelles ont été subordonnées la migration et la mise en gisement des pétroles.

3. *Transgressions et régressions.* — Les transgressions et les régressions marines ont eu une grande influence sur la distribution des dépôts pétrolifères ; les dépôts des complexes des grands gisements coïncident tous avec les phases initiales de régressions ou plus rarement de transgressions, phases pendant lesquelles les oscillations littorales sont particulièrement favorables à l'accumulation de débris organiques au fond des lagunes.

[1] Les salses ou volcans de boue n'ont, en effet, aucun lien avec le vulcanisme.

4. *Géosynclinaux.* — Quelques gisements connus sont en bordure des boucliers primitifs ; la plupart des autres sont en bordure des emplacements des grands géosynclinaux; il est très naturel que des dépôts lagunaires occupent ces situations et il ne saurait être question de chercher là, comme on a voulu le faire, une relation générale entre les régions pétrolifères, les régions de grands séismes et, par cet intermédiaire, les régions disloquées et volcaniques.

5. *Séismes.* — Le fait que les secousses sismiques influent sur le débit des puits à pétrole ne permet pas non plus de voir une relation, même infime, entre les séismes et l'origine des pétroles : le débit des sources thermales, des sources sédimentaires, des puits artésiens subit les mêmes influences.

6. *Anomalies magnétiques.* — On a observé, dans certains territoires pétrolifères de Californie, des anomalies magnétiques : on ne peut tirer aucune conclusion de ces observations, faites exclusivement au voisinage de dislocations. Il serait fort intéressant de poursuivre des recherches de cet ordre, en particulier dans les régions non disloquées; il se peut que les roches imprégnées de pétrole, n'ayant point la même conductibilité que les roches non imprégnées, se manifestent par des anomalies magnétiques distinctes de celles provoquées par les dislocations.

7. *Anomalies géothermiques.* — On a signalé des différences entre les valeurs du degré géothermique dans les terrains pétrolifères et les terrains voisins, des variations de température des pétroles d'un même gisement dans l'espace et dans le temps; là encore il n'y a rien qui se rapporte à des phénomènes volcaniques, mais des particularités dues aux compressions subies par les mélanges d'hydrocarbures dans les zones où ils ont été mis en réserve; ces observations se rapportent donc au problème de la migration et de l'évolution des gîtes pétrolifères beaucoup plus qu'au problème de l'origine des pétroles.

8. *Eau salée. Substances minérales satellites des pétroles.* — Tous les grands gisements de pétrole sont accompagnés d'eau salée, alors que les gisements de bitume n'en comportent que rarement. Cette eau salée est localisée dans les mêmes réserves que le pétrole; on peut estimer qu'elle serait contemporaine du pétrole et aurait émigré avec lui. L'étude de la composition et des caractères spéciaux des eaux des gisements pétrolifères est très importante; il faudrait, en effet, déter-

miner si ces eaux salées sont bien ce qu'on pourrait appeler des *eaux salées fossiles*, ou si, au contraire, elles proviennent de la dissolution de substances salines par des eaux d'infiltration. Si on reconnaît que toutes les eaux salées des gisements de pétrole sont des eaux salées fossiles, on aura acquis une nouvelle preuve importante de la formation des pétroles au milieu des sédiments halogènes.

A côté de ces eaux salées, aussi bien dans les roches que dans les complexes pétrolifères, on trouve de l'acide carbonique, de l'azote, du soufre, de l'*anhydrite*[1], du gypse, des chlorures, des bromures et des iodures, des sels magnésiens, des pyrites, des phosphates, des charbons fossiles; au voisinage des niveaux pétrolifères, on observe parfois le synchronisme de dépôt entre ces niveaux et des niveaux producteurs de charbon avec passages du facies lagunaire au facies culm. Les eaux salées, fossiles ou non, les substances satellites des pétroles, dans les complexes et à leur contact, sont des caractéristiques des dépôts de facies lagunaires.

9. *Fossiles.* — L'un des grands arguments des adversaires de l'origine organique des pétroles est l'absence de fossiles dans les roches pétrolifères et de pétrole dans les roches fossilifères. Si l'on entend par roches pétrolifères les roches qui, imprégnées de pétrole, constituent les gisements, il est certain qu'on n'y trouve que bien rarement des débris fossiles solides; mais si, au contraire, on envisage les complexes sédimentaires au milieu desquels les gisements, en bancs, en lentilles, en lambeaux irréguliers, sont noyés comme dans une masse, on y trouve presque toujours des fossiles, soit d'invertébrés, soit de vertébrés, soit même de végétaux. Il y a plus : dans les seuls cas où les roches pétrolifères, au sens étroit du mot, peuvent être considérées comme les roches mères du pétrole, on y trouve des débris fossiles; le calcaire pétrolifère de Trenton en est un exemple. Des roches argilo-siliceuses où il était disséminé, le pétrole a émigré dans des roches poreuses plus favorables à sa concentration; des sédiments où ils ont été ensevelis, les restes fossiles ont eu maintes occasions d'être dissouts par les eaux, au point que nous ne retrouvons qu'une bien faible partie des témoins des anciennes faunes et des anciennes flores; il est impossible d'imaginer un seul instant que ces mêmes restes fossiles aient pu émigrer avec le pétrole et se concentrer avec lui dans des roches où ils n'avaient pas pris naissance : c'est là qu'il faut chercher la justification de l'absence de fossiles dans des roches pétrolifères et de l'absence de pétrole dans des roches fossilifères. Quant aux fossiles des complexes, ils sont, tant par leur nature que par le mode de distribution de certains d'entre eux (lits d'écailles de poissons, lits de dents et de coprolithes), de nouveaux témoignages du dépôt des complexes pétrolifères en milieux halogènes.

10. *Sédimentation moderne.* — De toutes les observations géologiques, il résulterait que les complexes pétrolifères ont été déposés dans des lagunes ou dans des mers intérieures en voie d'asséchement. Peut-il se former actuellement du pétrole dans des milieux identiques? Quelque probable que cela paraisse, il est impossible de l'affirmer, car il n'a pas été réuni sur ce sujet d'observations méthodiques et précises. Il est incontestable que, dans les lagunes en communications irrégulières avec la mer et dans les baies peu profondes, les courants et les marées amoncellent parmi les sédiments des masses considérables de micro-organismes, d'algues flottantes, de mollusques, de débris organiques de toutes sortes, animaux ou végétaux ; ces amoncellements, connus sous le nom de sapropels, se font aujourd'hui — dans des conditions de milieu analogues à celles qui se sont produites, au cours des temps géologiques — dans les marais salants de Bretagne, de Scanie, de Sardaigne et surtout dans les régions intertropicales, sur le pourtour du golfe du Mexique, sur les bords du golfe de Guinée, etc..., où se trouvent des lagunes littorales d'étendue et de régime comparables à ceux des grandes lagunes du Permo-Carbonifère, du Crétacé supérieur et du Néogène.

Dans les mers et lagunes en voie d'asséchement, avec épisodes de retour des eaux marines, les débris d'organismes détruits aux époques de sursalure des eaux s'ajoutent aux débris apportés par les courants et forment, avec ces derniers, de puissants amoncellements au milieu des lits de boues recoupés de bancs de sables. Dans les récifs coralliens, en particulier à l'intérieur des ceintures récifales comme celles des Keys de Floride[1], les restes organiques apportés par les courants se mêlent aux sédiments provenant de l'érosion du récif et aux débris des faunes et des flores établies sur lui. A la surface des grands océans, dans les régions de morts-courants, on trouve encore de pareils amoncellements de débris organiques entraînés par les algues flottantes : la mer des Sargasses en est l'exemple le plus connu.

[1] La présence d'anhydrite permet d'expliquer la formation de certains « mounds » par l'augmentation de volume résultant de la transformation de cet anhydrite en gypse.

[1] A l'intérieur de ces ceintures récifales, les conditions de sédimentation sont les mêmes que dans les lagunes littorales.

Il est certain que, dans les dépôts du fond des lagunes, on connaît la présence de débris organiques de la masse desquels se dégage du gaz des marais; il est certain, également, que, à la surface des lagunes, on observe parfois des irisations dues à des traces d'hydrocarbures liquides (étang de la grande Brière). Mais peu d'observations ont été faites pour s'assurer si les dépôts récents du fond des lagunes renfermaient du pétrole ou du bitume; les bitumes des bords de la mer Rouge, ceux des récifs coralliens de la Martinique, ceux des boues à foraminifères de la Red River, sur la côte lagunaire du Texas, peuvent aussi bien provenir de bituminisation d'organismes récemment ensevelis que de la destruction de gisements de pétrole ou de bitume préexistants; cette dernière hypothèse est d'ailleurs la plus vraisemblable pour la mer Rouge et la Red River. Cependant, l'existence, au bord des lagunes, de produits de première décomposition de débris organiques, sous forme d'une gelée provenant des algues et englobant toutes sortes de débris et résidus animaux et végétaux, a été prouvée par Potonié qui a donné le nom de cires de sapropels à ces amas gélifiés; il y a là un commencement de preuve de la transformation de débris organiques modernes en bitumes et en pétroles; mais le complément de la preuve n'est fourni que par les expériences de laboratoire au cours desquelles des cires de sapropels ont été transformées en pétrole; or, les expériences de laboratoire sont catégoriquement impuissantes à faire la preuve d'un phénomène naturel.

A-t-on plus de précision quand, au lieu de s'adresser aux dépôts des lagunes récentes, on s'adresse aux dépôts pléistocènes? On ne connaît guère, comme pétroles et bitumes supposés pléistocènes, que les bitumes des grès, argiles et calcaires coquilliers de la Côte d'Ivoire; le gisement auquel ils appartiennent est proche des lagunes actuelles; ses bitumes, riches en azote et en carbone fixe, correspondent peut-être à un état intermédiaire entre le sapropel et le pétrole; mais, là encore, aucune observation précise n'a été faite.

Il est donc impossible d'affirmer avec certitude que les sédiments quaternaires anciens ou récents renferment des pétroles ou des bitumes; des sondages au milieu des dépôts des grandes lagunes du golfe de Guinée ou surtout du golfe du Mexique, au milieu des îlots récifaux lagunaires de la Floride, suffiraient à nous fournir, s'ils rencontraient le pétrole ou le bitume, la solution la plus rigoureusement exacte du problème de l'origine des pétroles.

Dans l'état actuel, il faut se borner à constater qu'il s'accumule en ce moment, au milieu des dépôts des lagunes du Mexique, du Texas, de la Louisiane et de la Floride[1], *des masses de débris organiques assez considérables pour donner, par le jeu de certaines décompositions, des quantités de pétrole comparables à celles des gisements géologiques.*

III. — Conclusions.

L'examen de toutes les observations précises faites sur le terrain permet de conclure que la géologie ne fournit pas d'arguments favorables aux théories inorganiques, mais qu'il existe une condition géologique, et une seule, à laquelle tous les gisements de pétrole sont rigoureusement subordonnés : le caractère lagunaire du facies des complexes pétrolifères. Si, sur des cartes paléogéographiques, on marque d'une part les emplacements des anciennes lagunes et des anciennes mers intérieures, d'autre part les emplacements des gisements pétrolifères exploités, on voit que pas un de ces gisements n'est en dehors de ces régions lagunaires. C'est uniquement pour la précision de l'argumentation que les gisements exploités sont seuls cités ici, parce qu'ils sont les seuls dont les sondages nous aient fait connaître, avec détails, la structure profonde; mais il est essentiel de noter que, en dehors des gisements développés, pas un gisement en développement, pas un gisement entrevu n'échappe à la règle : *pas de dépôt à facies lagunaire, pas de complexe pétrolifère.* Mettant à part — sans en négliger l'importance — tous les autres arguments, sans caractère de généralité, il semble bien que, par cette seule condition, l'hypothèse d'une origine organique s'impose; elle s'imposerait également si l'on n'avait jamais préparé de pétrole en laboratoire par voie organique. Ici, non seulement l'hypothèse de l'origine organique du pétrole est d'accord avec les faits, mais encore sa fausseté serait incompatible avec eux.

Le pétrole des gisements doit provenir de décompositions de matières organiques interstratifiées dans des sédiments halogènes : son origine est donc organique.

Etre assuré de l'*origine* organique, c'est connaître simplement la voie dans laquelle doivent se diriger les recherches sur la *genèse* des pétroles et notamment sur le *processus* et les *causes* des décompositions organiques aboutissant à la formation des carbures au détriment de tout ou partie des débris organiques accumulés dans les sédiments halogènes. Les expériences de laboratoire laissent

[1] Dans ces pays, la flore forestière de la région des « bayous » (rivières lagunaires) donne naissance à des entassements de produits ligneux, alternativement inondés et exondés, assez puissants pour justifier la formation de réserves futures de charbons fossiles.

entrevoir les grandes lignes de ces phénomènes de décomposition; il reste à trouver dans la Nature, dans les dépôts modernes aussi bien que dans les dépôts d'âge géologique, les témoins certains des divers états par lesquels est passée la matière organisée avant de se présenter à l'état de pétrole disséminé dans des complexes de sédiments halogènes.

On est assuré, dès maintenant, qu'il ne saurait exister de gisements de pétroles en dehors du contact de ces complexes lagunaires; on est certain que la richesse de ces gisements est proportionnelle à la masse des complexes, et c'est là une première approximation dans la détermination du champ de recherche des gisements pétrolifères. Le processus et les causes des décompositions aboutissant aux pétroles une fois établis, on pourra prétendre à fixer les conditions que doivent réaliser les complexes pour que les matières organiques interstratifiées aient pu y donner naissance, soit à des bitumes, soit à des pétroles. La différence entre les complexes bitumineux et les complexes pétrolifères — bien que ce sujet ne rentre pas dans le cadre de la présente étude — s'accuse par la présence d'eau salée dans les complexes pétrolifères, l'absence d'eau salée dans les complexes bitumineux; comme état intermédiaire, Ch. Barrois a constaté que certains schistes bitumineux de Liévin, associés à de l'eau salée, renferment des hydrocarbures saturés forméniques C^nH^{2n+2} analogues à ceux des pétroles; est-ce le départ des eaux salées qui a provoqué la transformation des pétroles en bitumes? est-ce l'absence d'eau salée qui a empêché la transformation des bitumes en pétroles? les deux phénomènes sont possibles et se sont vraisemblablement produits.

Il faut nettement séparer des problèmes de l'origine et de la genèse des pétroles le problème de leur *mise en gisement*. Cette mise en gisement, sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir, n'est autre chose que la concentration du pétrole disséminé dans tout un complexe, en des zones restreintes, localisées à l'intérieur ou au contact de ce complexe. Les poussées orogéniques, même très faibles, sont les principaux agents de ce que l'on a appelé la migration du pétrole. Sous l'influence de ces poussées, les roches argileuses imperméables, où le pétrole et l'eau salée étaient à leurs places originelles, ont été comprimées et en quelque sorte pétries; l'eau et le pétrole en sont sortis comme on voit l'eau sortir d'une masse d'argile que l'on écrase, et l'huile sortir d'une poignée de mastic que l'on pétrit. Sortis des argiles, les eaux salées et les pétroles sont venus dans des roches poreuses moins malléables, grès ou calcaires magnésiens; ils y sont restés, s'y sont déplacés et classés, selon leurs propriétés physiques. Il semble bien que les migrations s'en soient tenues là dans la plupart des cas, et que, même dans les régions très fracturées et très bousculées, les migrations indépendantes des poussées orogéniques n'aient pris qu'une importance secondaire. La géodynamique interne est, de toutes façons, seule à intervenir pour la mise en gisements exploitables du pétrole primitivement disséminé dans ses roches mères.

Ultérieurement, la *destruction des gisements* de pétroles se subordonne à la fois aux actions géodynamiques internes et externes; les gisements détruits en profondeur peuvent donner des gisements de bitume ou d'asphalte et, exceptionnellement, de nouveaux gisements de pétrole; les gisements détruits en surface par l'érosion peuvent donner des gisements détritiques de bitume ou d'asphalte, mais pas de nouveaux gisements de pétroles. Ainsi se trouve fixée dans ses grandes lignes l'évolution des pétroles depuis leur origine jusqu'à leur destruction.

Les sciences géologiques permettent, dès maintenant, de déterminer à la surface du globe les régions où sont situées les réserves possibles de pétrole; elles laissent craindre, en même temps, que l'importance des réserves inconnues ne soit pas sensiblement supérieure à celle des réserves connues. Si l'on oppose cette étroite limitation à la facilité d'exploitation et à la rapidité d'épuisement des gisements, à l'accroissement intense de l'utilisation des pétroles, on est amené à envisager, pour un avenir fort prochain, une redoutable rupture d'équilibre entre les besoins sans cesse grandissants que nous nous serons imposés et les ressources que nous aurons négligemment épuisées. L'importance des réserves de pétroles est peut-être du même ordre que celle des réserves de charbons fossiles; mais, tandis que l'utilisation de ces derniers trouve un régulateur dans des difficultés d'exploitation et de transport, la trop grande facilité d'utilisation, d'exploitation et de transport des pétroles peut nous faire dilapider, en moins d'un siècle, des richesses accumulées, parmi les sédiments, pendant tout le cours des périodes géologiques[1].

Jean Chautard.

[1] Sans donner ici de références bibliographiques, nous signalerons cependant quelques-uns des ouvrages généraux les plus importants et les plus utiles à consulter.

L. C. Tassart : *Exploitation du pétrole*. Paris, Dunod et Pinat, 1908.

H. Potonié : *Die Entstehung der Steinkohle und verwandter Bildungen einschliesslich des Petroleums*. Berlin, Borntrager, 1910.

F. W. Clarke : *The data of geochemistry*. *U. S. G. S. Bull.*, n° 491. Washington, 1911.

L. Mrazec : *Les gisements de pétrole*. Bucarest, 1912.

C. Engler, H. von Hoefer : *Das Erdöl und seine Verwandten*, 3. Aufl. Braunschweig, 1912.

L. de Launay : *Gîtes minéraux et métallifères*. Paris, Béranger, 1913.

Bowerton Redwood : *Petroleum and its products*, 3 d ed. London, Ch. Griffin et C°, 1913.

REVUE GÉNÉRALE DE PHYSIOLOGIE DES INVERTÉBRÉS

I. — Généralités. — Traités. — Monographies.

Les recherches physiologiques sur les animaux inférieurs peuvent être entreprises à deux points de vue différents, dont l'un est presque exclusivement celui des physiologistes, tandis que l'autre est, pour une large part, familier aux zoologistes aussi. Le premier de ces deux modes consiste à démêler, à travers l'infinie variété des manifestations d'une fonction donnée (fonction nerveuse, sécrétrice, digestive, phénomènes bioénergétiques, etc.), ses caractères essentiels et fondamentaux. On est naturellement amené par là à étudier les divers organismes, et souvent plus particulièrement certains types inférieurs, parce qu'ils permettent une étude plus nette de la fonction en question. Celle-ci, en effet, disparaît moins facilement que chez les animaux supérieurs dans un enchevêtrement de corrélations, qui échappent le plus souvent à tout contrôle. C'est ainsi que, pour étudier le mécanisme du rythme cardiaque, certains physiologistes américains[1] se sont adressés de préférence au cœur de la limule, parce qu'on est à même dans ce cas de séparer nettement les éléments nerveux des éléments musculaires. Autre exemple : on a volontiers choisi l'œil du poulpe[2] pour étudier les variations du courant d'action, parce que dans ce type d'organe visuel les éléments nerveux de la rétine sont, en partie, localisés hors de l'œil sous forme de ganglion optique. Cela permet de dériver plus facilement les courants électriques qu'on veut étudier. De nombreux autres exemples, en partie relevés par Trendelenburg[3], pourraient être cités encore, notamment aussi certaines recherches magistrales de Dastre, de Léon Fredericq, de Victor Henri, de Botazzi, de Weinland, etc., trop bien connues toutefois pour qu'il soit nécessaire de les rappeler ici. Dans tous ces cas, on s'est adressé à des animaux inférieurs, des Invertébrés notamment, en vue de résoudre des problèmes de Physiologie générale, et afin de fixer les lois qui régissent tel ou tel mécanisme vital. Ce sont les résultats de telles recherches qui, dans les bons chapitres du Traité de Physiologie comparée de Winterstein[4] (voyez par exemple le chapitre sur les phénomènes chimiques de la respiration), forment la matière des aperçus généraux. C'est d'eux également que s'est principalement inspiré Pütter[1] en écrivant, selon les principes des Traités de Physiologie végétale, son remarquable livre sur la *Physiologie comparée*. Certaines parties du Traité d'Oppenheimer[2] (celle qu'a rédigée Weinland, par exemple, sur les *phénomènes de digestion et de résorption chez les Invertébrés*) et le programme établi par Jordan[3] en 1908 doivent également être cités ici. De même, les Traités de Physiologie générale de Verworn et de Rosenthal en Allemagne, celui de Raphaël Dubois[4] en France, ont dû nécessairement s'occuper aussi des Invertébrés.

Mais l'étude du fonctionnement des animaux inférieurs peut se faire encore selon d'autres principes, plus particuliers à la fois et plus modestes. Il peut s'agir tout simplement de suivre la fonction d'un organe à travers un groupe d'Invertébrés, ou de déterminer quelle est la fonction de tel ou tel organe, dont le rôle est inconnu. De pareilles recherches peuvent évidemment amener la découverte de mécanismes tout à fait particuliers et fort importants. Elles servent alors de point de départ à des raisonnements de physiologie générale. Dans la plupart de ces cas, et notamment entre les mains du zoologiste, cette seconde catégorie de recherches physiologiques ne sert qu'à confirmer et à fixer dans les divers groupes du système animal les lois et les données de la Physiologie générale. Les remarquables recherches de Bounhiol[5] sur la respiration des Vers polychètes constituent un exemple de ce genre. Il s'agissait avant tout de savoir dans quelle mesure les tentacules de ces animaux fonctionnent comme organes de préhension ou comme organes respiratoires. L'étroite relation qui existe entre la capacité respiratoire et la couleur du sang n'est venue qu'en second lieu

[1] A. S. Carlson : *Biol. Bulletin*, t. VIII, 1905, et un autre article du même auteur dans *Asher-Spiro's Ergebnisse d. Physiologie*, t. VIII, 1909.

[2] H. Piper : *Arch. f. Anat. Physiol.* (*sér. physiologique*), 1904, et F. W. Fröhlich : *Deutsche medizin. Wochenschrift*, n° 30, 1913.

[3] W. Trendelenburg : *Die vergleichende Methode in der Experimentalphysiologie*, 27 p. Jena, G. Fischer, 1913.

[4] H. Winterstein (et une vingtaine de collaborateurs) : *Handbuch der vergleichenden Physiologie*. Jena, G. Fischer, en cours de publication depuis 1910. A l'heure qu'il est (avril 1914), 41 fascicules ont paru et il en reste quelques-uns encore à publier.

[1] Aug. Pütter : *Vergleichende Physiologie*. Jena, G. Fischer, 1911, 721 p.

[2] C. Oppenheimer et ses collaborateurs : *Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere*. Jena, G. Fischer, 1909-1911, 8 volumes.

[3] H. Jordan : *Biol. Centralbl.*, t. XXVIII, 1908.

[4] M. Verworn : *Allgemeine Physiologie*. Jena, G. Fischer, 5e édit., 1909, 742 p. — J. Rosenthal : *Lehrbuch der allgemeinen Physiologie*. Leipzig, A. Georgi, 1901, 616 p. — R. Dubois : *Leçons de Physiologie générale et comparée*. Paris, Carré et Naud, 1898, 532 p.

[5] M. Bounhiol : *Ann. Sc. nat.* (*Zool.*), 8e sér., t. XVI, 1902.

s'imposer à l'esprit de l'observateur. Et combien n'est-il point encore d'organes, dont nous ne connaissons pas nettement les fonctions chez les Invertébrés, et pour lesquels des recherches analogues à celles de Bounhiol seraient désirables !

C'est dans cette direction que devra de plus en plus se porter l'activité du zoologiste, qui éprouve le besoin de compléter par l'étude du fonctionnement les connaissances morphologiques qu'il s'est acquises dans tel ou tel groupe du règne animal. N'est-ce pas un peu ce que réclamait, dès 1869, Henri de Lacaze-Duthiers[1] dans ce vibrant appel qui marque le début des *Archives de Zoologie expérimentale et générale*? Les circonstances qui permettent au zoologiste la réalisation de ce vœu se sont de beaucoup améliorées depuis cette époque. Pour peu qu'il ait le souci des bonnes méthodes physiologiques, le zoologiste ne court plus guère le risque aujourd'hui — après Darwin et l'essor magnifique de la Biologie générale — de se voir relégué dans les limites étroites d'une science purement descriptive. Pareil essai de confinement arriverait trop tard, d'ailleurs. La Zoologie a déjà marqué ses nouvelles positions. En effet, à côté des traités déjà mentionnés des physiologistes Winterstein et Pütter et de l'ouvrage plus spécial, mais particulièrement consciencieux, de von Fürth[2], qui tous les trois sont venus avantageusement remplacer le livre peu recommandable de Griffiths[3], nous trouvons, par exemple, le premier volume de la *Physiologie des Invertébrés* du zoologiste Jordan[4]. Ne nous semble-t-il pas tout naturel aussi de rencontrer des chapitres de physiologie insérés dans la trame solide du *Traité de Zoologie concrète* de Delage et Hérouard[5], dans les beaux Traités sur les Insectes de Schroeter, de Henneguy et de Berlese[6], ou bien dans des publications plus spéciales encore, tel cet essai original de Dahl sur les Araignées et celui de Prowazek sur les Protozoaires[7]? D'autre part, Hesse et Doflein ont repris dans deux volumes fort intéressants le programme autrefois tracé par Milne-Edwards et par Bergmann et Leuckart[1].

Des méthodes spéciales et des procédés particulièrement adaptés aux Invertébrés se sont peu à peu développés et sont en partie décrits dans le *Traité des méthodes physiologiques* de Tigerstedt, ainsi que dans une publication récente d'Uexküll[2]. A part les revues de Physiologie et de Zoologie depuis longtemps accréditées dans les laboratoires, ce sont surtout la *Zeitschrift für allgemeine Physiologie* dirigée par Verworn et une nouvelle série des *Zoologische Jahrbücher* créée par le professeur Spengel, qui reçoivent les travaux physiologiques sur les Invertébrés. Dans des mémoires spéciaux, V. Willem et V. Bauer ont réuni, à des époques différentes, nos connaissances morpho-physiologiques sur les Céphalopodes[3]. C'était beaucoup faciliter l'orientation aux zoologistes et aux physiologistes désireux de s'occuper des fonctions d'un groupe d'Invertébrés particulièrement intéressant et facilement accessible dans les laboratoires maritimes.

En somme, c'est surtout en Allemagne, où les recherches sur la physiologie des Invertébrés avaient pourtant le plus longtemps chômé, que nos connaissances à ce sujet ont été ces derniers temps réunis sous la forme de traités. C'est là une conséquence naturelle et remarquable de l'esprit de systématisation de la science allemande. Il est intéressant, d'ailleurs, de noter en passant que la recrudescence des études physiologiques sur les animaux inférieurs en Allemagne, depuis une dizaine d'années, est due, en grande partie, à l'étroit contact que les savants allemands entretiennent avec la Station zoologique de Naples, spécialement aménagée en vue d'études de ce genre. Si toutefois la physiologie des Invertébrés n'a pas trouvé récemment, en France, d'asile littéraire dans quelque traité spécial — en dehors du *Dictionnaire de Physiologie* de Richet et du Traité déjà cité de R. Dubois, — il convient d'autant plus de faire ressortir

[1] H. de Lacaze-Duthiers : Direction des études zoologiques. *Arch. de Zool. exp. et gén.*, t. I, 1872.

[2] O. von Fürth : *Vergleichende chemische Physiologie der niedern Tiere*. Jena, G. Fischer, 1903, 668 p.

[3] A. B. Griffiths : *The Physiology of the Invertebrata*. London, L. Reeve, 1892, 477 p.

[4] H. Jordan : *Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere* (1er vol. : *La nutrition*). Jena, G. Fischer, 1913, 738 p.

[5] Y. Delage et E. Hérouard : *Tr. de Zool. concrète*. Paris, Schleicher, 1896-1903.

[6] L.-F. Henneguy : *Les Insectes*. Paris, Masson, 1904, 804 p. — A. Berlese : *Gli Insetti*, 1er vol. Società editrice Milano, 1909, 1004 p. — Chr. Schroeter (et une dizaine de collaborateurs) : *Handbuch der Entomologie*. Jena, G. Fischer, 1913 (en cours de publication).

[7] F. Dahl : *Vergleichende Physiologie und Morphologie der Spinnentiere*, 1re partie. Jena, G. Fischer, 1913. — S. Prowazek : *Einführung in die Physiologie der Einzelligen*. Leipzig, B. G. Teubner, 1910, 172 p.

[1] R. Hesse et F. Doflein : *Tierbau und Tierleben*, 2 vol. Leipzig, B. G. Teubner, 1910-1913. — C. Bergmann et R. Leuckart : *Anatomisch-physiologische Uebersicht des Tierreichs*. Stuttgart, J. B. Müller, 1852 (55). — H. Milne-Edwards : *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*. 14 vol. Paris, Masson, 1857-1881.

[2] R. Tigerstedt : *Handbuch der physiologischen Methodik*. Leipzig, S. Hirzel, 1911 (voyez notamment le premier volume). — J. von Uexküll : *Leitfaden in das Studium der experimentellen Biologie der Wassertiere*. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1905, 130 p.

[3] V. Willem : Résumé de nos connaissances sur la physiologie des Céphalopodes. *Bull. scient. France-Belgique*, t. XXXI, 1898. — V. Bauer : Einführung in die Physiologie der Cephalopoden. *Mitteil. zool. Station Neapel*, t. XIX, 1909.

que le point de vue physiologique des choses de la Zoologie n'y a jamais été aussi franchement abandonné qu'en Allemagne au cours de la seconde moitié du XIXe siècle. La continuité des recherches physiologiques sur les Invertébrés n'a guère été interrompue en France, et une bonne part des matières réunies dans les traités récents a dû être précisément puisée dans les travaux français. L'étroite connexion qu'on remarque en France entre les études sur la forme et sur la fonction n'a rien d'étonnant pour quiconque se reporte à l'histoire de la pensée scientifique dans ce pays. Le besoin de synthèse qui prédomine dans la science française éveille nécessairement des préoccupations et des besoins de ce genre, et Vicq d'Azyr et Milne-Edwards n'ont pas été, je crois, des apparitions fortuites dans l'histoire des Sciences naturelles en France.

Mais revenons à l'état actuel des choses. Nous avons distingué deux manières d'étudier les fonctions des animaux inférieurs. D'une part, la recherche de lois générales, l'étude du fonctionnement typique d'un organe (foie, centre nerveux, etc.); d'autre part, le besoin de fixer la part et les limites de ce fonctionnement dans les divers groupes du règne animal, afin d'arriver par là à une conception précise et complète d'un organisme donné. On a cru devoir prêter un caractère spécial aux recherches physiologiques sur les animaux inférieurs et on a été tenté d'y voir l'objet d'une science particulière : la Physiologie *comparée*. Mais la comparaison n'est qu'une méthode d'investigation, et c'est toujours un peu une faute de raisonnement que de distinguer les sciences d'après les méthodes dont elles se servent. De plus, la comparaison n'est pas même une méthode bien particulière; elle représente, au contraire, un des instruments les plus élémentaires de toute science. Le physiologiste est, en effet, tenu de comparer entre eux les résultats de ses expériences, alors même que celles-ci ont été faites sur une seule espèce d'animaux ou de plantes. La comparaison ne s'impose, par conséquent, pas seulement quand il s'agit de confronter entre eux les résultats des recherches faites sur des animaux inférieurs; sa part est, dans ce cas, tout simplement élargie pour permettre de comparer les nouveaux résultats avec ceux qui ont été obtenus précédemment chez les animaux supérieurs. Toutefois, il serait excessif de renoncer, par des scrupules de logique, à une coutume assez généralement adoptée déjà, et il peut être utile de continuer à se placer à ce point de vue de la « physiologie comparée ». L'aperçu qui va suivre nous orientera sur quelques progrès récents de nos connaissances à ce sujet, du moins dans le domaine des Invertébrés.

II. — Respiration.

Parmi les nombreuses recherches sur la respiration des Invertébrés, il convient de relever celles qui ont amené le physiologiste scandinave Thunberg[1] à admettre une différence essentielle entre la respiration des animaux inférieurs et celle des Vertébrés. Chez ces derniers, le besoin d'oxygène est, on le sait, invariablement le même, que ce gaz soit contenu en plus ou moins grande quantité dans le milieu ambiant. Au cours d'expériences faites avec divers Invertébrés (la limace, le lombric et certaines larves d'insectes), Thunberg a cru constater (à l'aide d'un microrespiromètre de sa propre construction) que plus l'apport d'oxygène était grand, plus l'animal consommait de ce gaz. Luciani et Piutti[2] avaient déjà cru observer des phénomènes analogues chez les œufs du ver à soie, tandis, que chez le lombric, Konopacki[3] avait, au contraire, vu diminuer la consommation d'oxygène sitôt que l'apport de ce gaz dépassait une certaine limite. On pourrait essayer de concilier d'une manière ou d'une autre ces contradictions apparentes, mais certaines observations de Henze[4] nous engagent à poser le problème d'une façon différente. Il semble, d'après ces recherches, que tout organisme facilement perméable (méduses à paroi du corps gélatineuses), ou muni d'un système circulatoire bien développé (crabes, aplysies, poulpes), présente une consommation fixe d'oxygène, quelle que soit la quantité de ce gaz dans l'eau ambiante. Au contraire, chez des animaux comme les actinies, dont la paroi du corps est compacte et difficilement perméable, l'oxygène ne parvient pas, normalement, jusqu'aux couches profondes qui mènent peut-être une vie anaérobie. Il n'y arrive que lorsqu'on augmente sa tension extérieure. On constate alors une consommation plus forte d'oxygène par un tel organisme, autrement dit, dans ces cas, la consommation d'oxygène est, en effet, augmentée par un apport plus grand de ce gaz. Cette explication semble notamment justifiée pour les cas où Henze a mesuré les échanges respiratoires d'une certaine quantité d'œufs d'oursin. La consommation d'oxygène variait selon que les œufs étaient tassés au fond du vase ou qu'ils flottaient dans le récipient, et qu'ils étaient, par conséquent, partout en contact avec le milieu ambiant. Dans le premier cas, la consommation augmentait avec tout apport plus grand d'oxygène ; dans le second, elle restait invariablement la même.

Nous trouvons apparemment une confirmation

[1] T. Thunberg : *Skandin. Arch. f. Physiol.*, t. XVII, 1905.
[2] Luciani et Piutti : *Arch. ital. Biol.*, t. IX, 1888.
[3] M. Konopacki : *Bull. Acad. Sc. Cracovie*, 1907, p. 357.
[4] M. Henze : *Biochem. Zeitschr.*, t. XXVI, 1910.

intéressante de ce phénomène dans les observations faites par Bohn et par Trendelenburg[1] sur certains Invertébrés vivant en symbiose avec des algues unicellulaires. Ces biologistes ont pu constater (Trendelenburg à l'aide du microrespiromètre de Thunberg) que les actinies vertes exposées à la lumière consomment de l'acide carbonique et dégagent de l'oxygène. Il y a lieu d'admettre que l'acide carbonique fourni par les processus respiratoires de l'animal ne suffit pas à son hôte végétal, qui est forcé d'en emprunter davantage à l'eau ambiante. Au contraire, l'oxygène produit par les algues dépasserait le besoin maximum de l'actinie, de sorte que celle-ci en élimine encore. Le profit que l'animal retire de pareilles conditions semble assez évident, depuis que nous savons que la consommation d'oxygène de l'actinie dépend, dans une certaine limite, de la quantité de ce gaz contenu dans l'eau ambiante. Or, une actinie, qui peut régulièrement disposer de la quantité maximum d'oxygène, doit nécessairement présenter un métabolisme plus intense et être plus résistante aux changements éventuels du milieu qu'une actinie non verte. Toutes les circonstances qui entourent ces phénomènes de symbiose ne sont, d'ailleurs, pas expliquées par là. Il reste toutes sortes de questions à élucider, notamment celle de savoir ce que devient l'amidon formé par les algues et pourquoi il s'en trouve si peu à l'intérieur de leurs cellules.

Mais revenons encore une fois au rôle important de l'oxygène dans les phénomènes respiratoires. La répartition de ce gaz à travers le corps se fait souvent au moyen de pigments respiratoires. Plus ces pigments sont développés, plus la respiration est intense. C'est ce qu'a notamment pu constater Bounhiol[2] chez les Vers polychètes. Le sang est à même, grâce à ces pigments, de fixer plus d'oxygène qu'il ne pourrait en contenir, si l'absorption seule était en jeu. Cette affinité particulière pour l'oxygène est la propriété de certaines combinaisons protéiques, et il est intéressant de remarquer que l'organisme a su utiliser, pour atteindre ce but, les substances les plus inattendues. Henze[3] n'a-t-il pas constaté récemment dans le sang des Tuniciers la présence de vanadium, une substance qui est caractérisée par une telle affinité pour l'oxygène que l'industrie chimique en a tiré profit. On connaît chez les Invertébrés, grâce à Cuénot[4], Dhéré et d'autres, une grande variété de pigments respiratoires, qui sont en partie transportés par le sang, en partie fixés sur les corpuscules sanguins. Il semble toutefois, d'après les belles expériences de Winterstein, que seules l'hémocyanine (des Céphalopodes et des Crustacés), l'hémoglobine (des Lamellibranches et des Annélides) et l'hémérythrine (du siponcle) aient vraiment la faculté de fixer de l'oxygène en quantité notable, ce qui n'est pas le cas pour l'échinochrome (des oursins), la pinnaglobine (des jambonneaux), et les achroglobines incolores (des Tuniciers et de la patelle). Nous ignorons pour le moment quel peut être le rôle de ceux des pigments du sang qui n'ont pas d'affinité particulière pour l'oxygène.

Jusqu'à présent il a été presque exclusivement question de l'oxygène, mais l'élimination de l'acide carbonique présente également de très intéressantes particularités chez les Invertébrés. Il semble, en effet, d'après les observations de Winterstein, que les Invertébrés marins contiennent dans leur sang fort peu d'acide carbonique. Cela tiendrait, selon Winterstein, aux propriétés du milieu ambiant (de l'eau de mer par conséquent). Ainsi un crabe, maintenu pendant quelque temps hors de l'eau, présente plus d'acide carbonique dans son sang que durant son séjour dans l'eau, sans que la consommation d'oxygène ait changé dans les mêmes proportions. Ce phénomène trouve son explication dans la rapidité particulière avec laquelle l'acide carbonique passe de l'intérieur du corps dans l'eau, où il est immédiatement transformé en bicarbonate insoluble. Toute accumulation de CO^2 aux alentours de l'animal étant par le fait empêchée, ce gaz peut être continuellement éliminé avec rapidité.

A propos de l'acide carbonique, il y a lieu de rappeler le rôle nutritif que la comtesse de Linden attribue à ce gaz. Certaines chrysalides de papillons présenteraient des phénomènes d'assimilation analogues à ceux des plantes vertes. Cette explication, repoussée par Dubois et Couvreur, a été également contestée par von Brücke[1], qui est arrivé, par une série d'expériences, à conclure que l'augmentation de poids qu'on peut observer chez ces chrysalides est due à l'humidité de l'air. Selon lui, le surplus en matières organiques constaté par Mlle de Linden chez des chrysalides élevées dans un mélange d'acide carbonique et d'air serait dû, non à un processus d'assimilation, mais à ce fait que ces chrysalides se développent plus lentement et

[1] G. Bohn : *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. CXLVII, 1908, p. 689. — W. Trendelenburg : *Arch. f. Anat. Physiol.* (*sér. physiol.*), 1909, p. 42.

[2] M. Bounhiol : *Ann. Sc. nat.* (*Zool.*), série 8, t. XVI, 1902.

[3] M. Henze : *Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie*, t. LXXII, 1911.

[4] L. Cuénot : *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CXV, 1892, p. 127. Id. : *Trav. Labor. Stat. zool. Arcachon*, 1900-1901. — Ch. Dhéré : *C. R. Soc. Biol.*, Paris, t. LII, 1900; t. LV, 1903. — H. Winterstein : *Biochem. Zeitschrift*, t. XIX, 1909.

[1] M. von Linden : *C. R. Soc. Biol.* Paris, t. LIX, 1905; *Arch. Anat. Physiol.* (*sér. physiol.*), tome suppl., 1906, p. 1; *Ibidem*, 1907, p. 162. — R. Dubois et E. Couvreur : *C. R. Soc. Biol.* Paris, t. LXII, 1907, p. 219. — E. Th. von Brücke : *Arch. f. Anat. Physiol.* (*sér. physiol.*), 1908, p. 431; *Ibidem* 1909, p. 204 à 218 et 405.

par cela même consomment moins leurs matériaux de réserve. La comtesse de Linden, il est vrai, maintient son interprétation [1].

Bien que ne faisant pas partie des phénomènes de la respiration, la sécrétion des gaz peut également être mentionnée ici. Ce processus semble, en effet, avoir lieu dans divers groupes d'Invertébrés, ainsi que le fait remarquer Winterstein [1] pour les cloches ou vésicules natatoires des Siphonophores, pour certaines vésicules à air des Annélides, pour les chambres à air du Nautile et pour le système trachéen clos des larves d'insectes aquatiques. Le phénomène a été particulièrement étudié chez les Poissons, où la sécrétion a lieu dans la vessie natatoire. Ces observations faites sur la vessie natatoire des Poissons ont beaucoup contribué, on le sait, à établir la théorie sécrétoire des échanges respiratoires développée par le physiologiste danois Chr. Bohr. Cette théorie [2], d'abord fortement battue en brèche par un élève même de Bohr, est aujourd'hui abandonnée, et il est doublement intéressant pour cette raison de constater que, chez les Invertébrés comme chez les Poissons, la sécrétion des gaz n'a été observée que dans des organes qui sont sans rapport avec les fonctions respiratoires.

On a beaucoup étudié aussi les mouvements respiratoires des Invertébrés. Il suffit de rappeler ici les très intéressantes observations de Georges Bohn sur la production et le renversement du courant respiratoires chez les Crustacés, ou bien encore les expériences de François-Franck qui a enregistré au moyen de la chronophotographie le jet d'eau respiratoire chez le poulpe. Babak [3], dans un chapitre très documenté du Traité de Winterstein, a réuni toutes les données que nous possédons à ce sujet, ainsi que les nombreuses expériences qui ont été faites en vue de connaître l'influence du système nerveux sur les mouvements respiratoires. On a notamment eu recours, à cet effet, au procédé de la décapitation que Vulpian fut un des premiers à pratiquer chez les Crustacés. Plateau, Babak et ses élèves, puis Matula, et tout récemment Wallengren ont obtenu à l'aide de cette méthode de très intéressants résultats chez les insectes [1]. Matula avait vu le rythme respiratoire des insectes augmenter considérablement après la décapitation. Il croyait donc à un effet inhibiteur des centres cérébraux agissant tant que ces organes sont en place. Wallengren n'est pas de cet avis. Il a constaté que le rythme respiratoire diminue de nouveau quelque temps après l'opération et il est, par conséquent, porté à croire que les phénomènes observés par Matula étaient l'effet d'un choc opératoire.

Les facteurs déterminant le rythme respiratoire du poulpe ont également été l'objet de plusieurs recherches particulières. Mais ce sont, au fond, toujours encore les observations de Léon Fredericq qui présentent le plus d'intérêt à ce sujet. Léon Fredericq avait, en effet, pu constater le fait remarquable qu'après interruption de la circulation céphalique (par la ligature ou la compression de l'artère céphalique) le rythme respiratoire du poulpe était ralenti. C'est là, on le voit, un effet essentiellement différent de celui que produit la présence de sang mal aéré dans les centres nerveux des Mammifères. Uexküll [2], depuis lors, a pu faire d'autres observations, desquelles il résulterait que c'est la différence de pression dans la chambre palléale (durant l'expiration et l'inspiration) qui règle le rythme respiratoire du poulpe par une action mécanique sur les branchies.

De nombreux autres travaux sont venus augmenter sur tel ou tel point spécial nos connaissances de la respiration des Invertébrés, ainsi notamment les recherches minutieuses de Portier et de Brocher sur la respiration des insectes aquatiques, celles de Winterstein sur la respiration des Holothuries [3], etc.

III. — Circulation.

En exposant précédemment la fonction des pigments respiratoires, nous avions au fond déjà empiété sur le terrain du système circulatoire. Pour compléter l'aperçu de nos connaissances sur la circulation chez les Invertébrés, il convient d'envisager la fonction du cœur, qui par ses

[1] M. von Linden : *Ibidem*, 1909, p. 34 à 41 et 402 à 404.

[2] H. Winterstein : *Handbuch d. vergl. Physiol.*, t. I, 2e moitié, p. 256-257, 1912.

[3] Pour la bibliographie de cette question, voyez l'excellent exposé de Léon Fredericq dans les comptes rendus qu'il a donnés, dans cette revue, des Congrès internationaux de Physiologie à Vienne et à Groningue. *Rev. gén. des Sc.*, 15 avril 1911, p. 287, et 30 décembre 1913, p. 937.

[4] G. Bohn : *Bull. scient. France-Belgique*, t. XXXVI, 1903. — Ch.-A. François-Franck : *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 1907, p. 449. — E. Babak : Die Mechanik und Innervation der Atmung. *Handbuch d. vergleich. Physiol.*, t. I, 2e moitié, 1912-1913.

[1] F. Plateau : *Bull. Acad. roy. Belg.*, t. III, 1882. — E. Babak et O. Foustka : *Pflüger's Archiv. f. ges. Physiol.*, t. CXIX, 1907. — E. Babak : *Ibidem*, t. CXLVII, 1912. — J. Matula : *Ibidem*, t. CXXXVIII, 1911. — H. Wallengren : *Lunds Univ. Arskr.*, N. F., Afd. 2, t. IX, n° 16. (*Kgl. Fysiogr. sallsk. Handl.*, N. F., t. XXIV, n° 16), 1913.

[2] L. Fredericq : *Arch. Zool. exp. gén.*, t. VII, 1878, p. 566. — J. von Uexküll : *Zeitschrift. f. Biol.*, t. XXVIII, 1892, p. 563.

[3] P. Portier : Thèse ès sc., Paris, 1911. *Arch. Zool. exp. gén.*, 5e sér., t. VIII, 1911. — F. Brocher : *Bull. Soc. zool. Genève*, t. I, 1908; *Ann. Biol. lacustre*, Bruxelles, t. IV, 1909, et t. 5, 1911-12; *Zoologische Jahrbucher (sér. physiol.)*, t. XXXIII, 1913. — H. Winterstein : *Archivio di Fisiol.*, t. VII, 1909 (vol. jubil. en l'honneur de G. Fano).

contractions rythmiques pousse le sang dans les différentes parties du corps. C'est surtout à Carlson[1] que nous devons de nombreuses recherches à ce sujet. Il s'agissait pour lui de constater l'action éventuelle d'éléments nerveux sur le mécanisme cardiaque. Il semble bien que l'influence des nerfs sur le cœur soit identique chez les Vertébrés et les Invertébrés; il y a des nerfs accélérateurs et d'autres qui sont plutôt inhibiteurs. On a particulièrement cherché à savoir si le rythme cardiaque des Invertébrés est d'origine myogène ou neurogène. Chez la limule, le fonctionnement du cœur est dû sans doute aux éléments nerveux. Du moins, les contractions cardiaques cessent sitôt qu'on enlève les nerfs et les ganglions du cœur. Chez les daphnies et les salpes, le cœur semblait par contre privé de tissus nerveux. Pour le cœur des Tuniciers toutefois, cette absence d'éléments nerveux ne peut plus être soutenue, et cela notamment depuis les recherches de Nicolaï et de Burghauser[2]. A l'occasion de ses travaux sur les Pyrosomes, Burghauser a, en effet, fait, au laboratoire russe de Villefranche-sur-Mer, quelques expériences sur la *Salpa maxima africana*. Normalement, le moindre attouchement du corps de cette salpe provoque une diminution du nombre des pulsations cardiaques. Après ablation du ganglion dorsal, par contre, toute excitation mécanique est sans effet sur le rythme cardiaque.

Le mécanisme fonctionnel du cœur des Tuniciers est, en général, très curieux et a souvent été étudié (Roule, Lahille, Pizon, Schultze[3], Nicolaï et d'autres). En effet, la direction du courant sanguin alterne périodiquement. Tantôt il va du cœur à la tunique, de là aux vaisseaux branchiaux, pour retourner par la masse viscérale au cœur; tantôt, par un renversement des ondes péristaltiques, la circulation a lieu en sens inverse. A la suite de Roule, on admet en général que le fait du renversement des ondes cardiaques constitue un perfectionnement en vue de la distribution de l'oxygène et des matières nutritives à travers le corps. Quant au mécanisme du renversement, Nicolaï pense qu'il s'agit de la fonction alternante de deux centres automatiques, situés aux deux bouts opposés du cœur. L'un de ces centres (celui qui est situé sur le côté viscéral) détermine des excitations continues de fréquence constante, tandis que l'autre (voisin de la tunique) produit des excitations intermittentes. C'est cette différence de fonctionnement des deux centres nerveux qui explique peut-être le renversement périodique des contractions cardiaques.

Le cœur des salpes présente une autre particularité encore : son manque de valvules. Pour bien déplacer, à l'aide d'ondes péristaltiques et dans une direction voulue, le contenu d'un système clos, il faut que le côté d'où part la contraction puisse être entièrement fermé. C'est là en général un rôle qui incombe aux valvules, aussi bien chez les Vertébrés que chez les Invertébrés. Dans le système circulatoire des salpes, en raison du renversement périodique du courant sanguin, un tel mécanisme ne serait pas applicable et le résultat en question est obtenu ici par une forte contraction de la paroi vasculaire.

Le problème si complexe de la coagulation du sang a également été poursuivi jusque dans les rangs des Invertébrés. Il semble, d'après les recherches de Léo Loeb[1], que l'arrêt d'une hémorragie a été primitivement réalisé par une simple agglutination des éléments cellulaires du sang. C'est du moins ce qu'on observe chez la limule. Ce n'est que chez des animaux plus différenciés déjà (chez le homard, par exemple) qu'est intervenue une vraie coagulation, à l'aide de ferments spéciaux.

IV. — Digestion. Nutrition.

Nous possédons actuellement sur la nutrition et la digestion des Invertébrés les volumineuses publications de Jordan et de Biedermann[2]. On y trouve, disposées selon les groupes zoologiques, toutes les indications concernant la préhension de la nourriture, la mastication, les ferments digestifs, la résorption et la défécation. Etant forcé de nous limiter, nous nous contenterons de rendre attentif à deux points d'une importance plus générale : la répartition des ferments protéolytiques et le fonctionnement du soi-disant foie des Invertébrés.

La faculté de digérer les substances albuminoïdes semble répandue chez tous les Invertébrés, même chez les plus primitifs, tels que les Protozoaires et les Coelentérés, chez lesquels ces processus ont été étudiés entre autres par M. Greenwood (1884-85), L. Fredericq (1878), M. Chapeaux (1893), mais sur-

[1] A. S. Carlson : *Biol. Bulletin*, t. VIII, 1905. — Id. : *Asher-Spiro's Ergebnisse d. Physiologie*, t. VIII, 1909.

[2] G. F. Nicolai : *Arch. f. Anat. Physiol.* (*sér. physiol.*), t. suppl., 1908. — F. Burghauser : *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, t. CVIII, fasc. 3, 1914.

[3] L. Roule : *Ann. Mus. hist. nat. Marseille* (Zool.), t. II, 1884-1885. — F. Lahille : *Th. ès sc.*, Toulouse, 1890. — A. Pizon : *C. R. Ac. Sc., Paris*, t. CXXXIV, p. 1528; *C. R. Congr. intern. Zool.*, Berne, 1904, p. 410. — L. S. Schultze : *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, t. XXXV (N. S. XXVIII), 1901.

[1] L. Loeb : *Hofmeister's Beiträge z. chem. Physiol. Pathol.*, t. VI, 1905; t. IX, 1907. — Id. : *Arch. f. path. Anat.*, t. CLXXXV, 1906. — Id. : *Biochem. Zeitschrift*, t. XXIV, 1910.

[2] W. Biedermann : Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. II, 1re moitié, 1910 (cette publication a aussi été mise en vente séparément chez G. Fischer, Jena). — H. Jordan : *Lehrbuch d. vergleich. Physiol.*, t. I. Jena, G. Fischer, 1913.

tout par F. Mesnil (1901, 03), H. Jordan (1907) et H. Mouton (1902, 03). Dans les premiers temps, on a surtout cherché à savoir si la protéolyse se faisait au moyen de ferments pepsiques ou trypsiques[1]. Mais dans ces recherches on s'est borné, en général, à constater, au moyen de la poudre de tournesol, si le milieu où avait lieu la digestion de l'albumine était acide ou alcalin. Or, un tel procédé n'était pas fait pour trancher la question, vu que la trypsine est capable d'agir par exemple en présence d'acides combinés à des matières albuminoïdes. Il suffit, en effet, qu'il n'y ait pas d'acide minéral libre. En présence d'acide libre, au contraire, la pepsine seule peut entrer en activité. Il ne servait donc à rien de constater si le milieu était acide ou alcalin, et il n'est pas étonnant que des observations faites de cette façon aient été cause de confusions sans nombre. Dans des groupes très rapprochés, on trouvait tantôt de la trypsine, tantôt de la pepsine, et il y eut même des cas où les deux ferments étaient signalés comme se trouvant réunis dans un même suc digestif (chez l'écrevisse, d'après les indications de Krukenberg). Il fallait de nouvelles recherches exécutées à l'aide d'autres méthodes et faisant appel notamment à la distinction des produits différents de l'hydrolyse trypsique et pepsique. C'est ce procédé très correct qu'employa Henri Mouton dans ses recherches sur la digestion chez les amibes.

Il résulte de telles expériences que, chez les Invertébrés, c'est-à-dire à la base du règne animal, la trypsine est le seul ferment protéolytique. Ce n'est que dans des groupes relativement élevés qu'est venue se joindre à la protéolyse trypsique, la protéolyse en milieu nettement acide par la pepsine.

Il est vrai qu'on trouve de l'acide libre chez certains Invertébrés inférieurs aussi, et même, à certains moments, dans les vacuoles digestives des Protozoaires. Mais précisément durant ces périodes la digestion n'a pas lieu (Greenwood, Mouton, Nirenstein[2]). Il semble que l'acide qui a été observé dans ces conditions soit destiné à détruire les bacilles qui se sont introduits dans l'organe digestif. C'est ce qu'on a appelé une « période antiseptique » (H. Jordan), et c'est là évidemment un temps perdu pour la digestion. L'apparition d'un ferment pepsique, capable d'agir aussi en présence d'un acide libre, a donc créé la possibilité d'utiliser aussi cette période antiseptique au profit de la protéolyse.

[1] H. Jordan : Der gegenwärtige Stand der Eiweissverdauung bei niedern Tieren. *Biol. Centralbl.*, t. XXVII, 1907.

[2] H. Mouton : *Ann. Inst. Pasteur*, t. XVI, 1902. — M. Greenwood : *Journal of Physiol.*, London, t. VII, 1886; t. VIII, 1887; t. XVI, 1894. — E. Nirenstein : *Zeitschr. f allg. Physiol.*, t. V, 1905.

Chez les Mollusques gastéropodes et lamellibranches, il existe sans doute des conditions spéciales en ce qui concerne les ferments protéolytiques; du moins les diastases en question n'ont pu être trouvées encore chez ces Invertébrés. Le stylet cristallin[1], qui, selon les uns, constitue une matière de réserve et qui, selon les autres, représente une espèce de ferment gélatineux s'attaquant à l'amidon et au sucre, ne contient en tous cas pas de ferment protéolytique. Ce ferment n'a pas non plus été trouvé chez les colimaçons. Et pourtant ces Pulmonés digèrent des matières albuminoïdes comme tous les autres Invertébrés. Stübel[2] a constaté récemment encore qu'un tiers de l'azote ingéré ne reparaît pas dans les excréments du colimaçon et doit, par conséquent, être digéré par l'animal. Les deux autres tiers, il est vrai, sont de nouveau éliminés. Mais cela n'a rien d'étonnant, la consommation de luxe étant chez les Invertébrés un phénomène très répandu. La raison pour laquelle la protéolyse est si difficile à constater chez les Mollusques en question tient, sans doute, au fait que cette digestion est intracellulaire, c'est-à-dire qu'elle a lieu à l'intérieur des cellules. Le transport de substances nutritives par des amibocytes à l'intérieur du tissu digestif (« phagocytose digestive ») a souvent été observé chez les Mollusques (Bruël, Enriques, List[3]) et d'ailleurs chez d'autres Invertébrés encore (Turbellariés, Acariens).

Chez beaucoup d'Invertébrés (Mollusques, Crustacés, Araignées), on constate la présence de diverticules particuliers de l'intestin moyen. En raison de leur couleur brunâtre et de la présence de glycogène dans leurs tissus, on a depuis longtemps cru y voir des éléments hépatiques. Mais le foie des Vertébrés, auquel on les comparait pour cette raison, est une glande à sécrétion interne, qui sert à régler le contenu du sang en sucre. C'est grâce à cette fonction qu'il s'y accumule du glycogène, tandis que le glycogène dans les diverticules hépatiques des Invertébrés provient, sans doute, directement du tube digestif. A cette différence d'origine du glycogène viennent s'ajouter d'autres dissemblances[4] : dans les diverticules intestinaux des Invertébrés, il n'y a ni formation de fibrinogène

[1] Th. Barrois : *Revue biol. Nord France*, Lille, t. II, 1889-1890 (les analyses chimiques du stylet cristallin sont dues au professeur E. Lambling). — J.-B. Mitra : *Quart. Journ. microsc. Sc.*, N. S., t. XLIV, 1901. — Th. List : *Die Mytiliden. Fauna u. Flora des Golfs von Neapel*, 27e monogr., 1902. — L.-C. Maillard et F. Vlès : *C. R. Soc. Biol. Paris*, t. LXII, 1907, p. 316-317. — Voyez surtout l'exposé de H. Jordan, dans son traité de Physiologie comparée, p. 338-343.

[2] H. Stübel : *Zentralbl. f. Physiol.*, t. XXII, 1908, p. 525.

[3] L. Bruel : *Thèse d'habilitation*, Halle, 1904. — P. Enriques : *Mitteil. Zool. Station Neapel*, t. XV, 1901. — Th. List : *Die Mytiliden*, ouvrage cité précédemment.

[4] H. Jordan : *Zool. Jahrb.*, suppl. XV, t. III, 1912 (vol. jubil. en l'honneur de J. W. Spengel).

ni synthèse d'urée, comme dans le foie des Mammifères. Par contre, on y constate la production de ferments digestifs et l'absorption de nourriture, phénomènes qui sont absolument étrangers à ce que nous considérons comme le type d'un foie. La désignation d'hépatopancréas même, proposée par Max Weber, ne semble pas admissible dans ces conditions.

Jordan va plus loin encore. Il considère tout simplement ces diverticules comme des branches d'intestin dispersées dans le corps et pense que leurs cellules ne sont que de simples cellules intestinales avec toutes les fonctions de tels éléments. Mais il est certain, d'autre part, que la présence régulière de fortes quantités de glycogène facilement décelables constitue un caractère bien particulier des organes « hépatiques » chez les Invertébrés. La diminution du glycogène hépatique constatée par Mlle Bellion [1] durant l'hibernation de l'escargot est également un phénomène qui rappelle certaines observations sur le foie des Vertébrés. La fonction martiale du foie, étudiée par Dastre et Floresco [2], est à son tour commune aux Vertébrés et aux Invertébrés. De plus, on a réussi récemment [3] à constater, tout comme chez les Oiseaux et les Reptiles, la synthèse d'acide urique dans le foie de l'aplysie. Tout cela n'est pas fait pour nous donner une notion bien claire de la fonction de ces organes chez les Invertébrés. Aussi Weinland [4] préfère-t-il désigner les appendices en question par un nom spécial (*jecur*). Selon l'absence ou la présence de tels diverticules du tube digestif, il distingue parmi les Invertébrés des *Injecurata* et des *Jecurata*.

Le problème de la nutrition des animaux aquatiques, qui a beaucoup occupé les biologistes, ces temps derniers, s'étend en grande partie aux Invertébrés aussi. On admettait en général que les animaux aquatiques se nourrissaient de plancton. Pütter [5] toutefois a cru découvrir un déséquilibre sensible entre le besoin de carbone des animaux aquatiques et la quantité de cet élément contenue sous forme d'organismes dans une masse d'eau telle qu'elle peut être pratiquement épuisée par l'animal en quête de nourriture. De plus, il a fait remarquer que le tube digestif des animaux aquatiques était très souvent complètement vide. Pütter croyait donc devoir chercher ailleurs la source principale de la nourriture des animaux aquatiques. Selon lui, elle serait représentée par le carbone dissous dans l'eau, spécialement dans l'eau de mer. Les conclusions de Pütter ont donné lieu à de nombreuses contre-expériences et ont provoqué de sérieuses contestations [1]. En ce qui concerne le déséquilibre entre le besoin de carbone et la quantité de plancton disponible, on a fait remarquer, d'une part (Henze, Raben), que le plancton était beaucoup plus riche que ne l'admettait Pütter, et, d'autre part (Lohmann), on a considérablement réduit les quantités de carbone qui devaient être dissoutes dans l'eau. Enfin le manque de contenu dans le tube digestif ne semble rien prouver non plus. Non seulement on ne sait rien sur la rapidité de la digestion chez les animaux aquatiques, mais surtout on ignore la fréquence des repas chez ces organismes. Tout porte à croire qu'ils sont des mangeurs occasionnels, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent selon le hasard des circonstances et qu'ils peuvent adapter leur métabolisme aux exigences d'un tel train de vie. Lipschütz, notamment, a rendu attentif au grand développement de la faculté du jeûne chez les poissons, et Pütter [2] lui-même a démontré que la sangsue met presque un an pour digérer complètement le sang d'une seule succion, et pour retourner à l'état où elle se trouvait avant la succion. Toute déduction théorique basée sur ce que nous savons du métabolisme des animaux supérieurs est, par conséquent, sujette à caution.

Il conviendrait donc, ainsi que l'a très justement fait remarquer P. de Beauchamp [3] dans une analyse de l'*Année Biologique*, de vérifier l'hypothèse de Pütter par l'observation directe et l'expérience. Or, en fait d'expériences de ce genre, seules celles de Wolff sur les daphnies semblent donner raison à Pütter. M. Wolff a observé chez ces petits crustacés des mues plus fréquentes, quand il les élevait dans de l'eau additionnée de nourriture dissoute, que lorsqu'il les plaçait dans de l'eau filtrée. Mais il n'est pas certain que les mues soient un signe indubitable de la croissance, c'est-à-dire d'une augmentation de la matière organique du corps;

[1] M. Bellion : Contribution à l'étude de l'hibernation chez les Invertébrés. *Th. ès sc.*, Lyon, 1909.

[2] A. Dastre et N. Floresco : *Journal de Physiol.* (3e série), t. X, 1898, p. 476.

[3] A. Sulima : *Z. f. Biol.*, t. LXIII (N. S. XLV), 1913-1914.

[4] E. Weinland : Verdauung und Resorption bei Wirbellosen. *Oppenheimer's Handbuch der Biochemie*, t. III, 2e moitié, p. 299-343. Jena, Fischer, 1909.

[5] A. Pütter : *Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer*. Jena, G. Fischer, 1909 ; voyez aussi les articles du même auteur dans *Zeitschr. f. allgem. Physiol.*, t. VII, 1908 ; *Abhandl. Kgl. Gesellsch. Wissensch. Göttingen*, 1908 ; *Pflüger's Arch. f. ges. Physiol.*, t. CXXXVII, 1911.

[1] M. Henze : *Pflüger's Arch. f. ges. Physiol.*, t. CXXIII, 1908. — E. Raben : *Wissensch. Meeresunters. Abteilg.* Kiel, N. S., t. XI, 1909. — H. Lohmann : *Internat. Revue f. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie*, t. II, 1910. — W. Cronheim : *Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkunde*, t. IV, 1909.

[2] A. Lipschütz : *Asher-Spiro's Ergebnisse der Physiol.*, t. XIII, 1913, p. 1 à 46. — A. Pütter : *Zeitchr. f. allg. Physiol.*, t. VI, 1907, p. 217 à 286.

[3] P. de Beauchamp : *Année Biol.*, t. XII, p. 253. — M. Wolff : *Internat. Revue f. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie*, t. II, 1910. — H. Kerb : *Ibidem*, t. III, 1910.

elles pourraient tout aussi bien avoir lieu durant l'inanition. Kerb, d'ailleurs, n'a pu confirmer les résultats obtenus par Wolff. Il a, au contraire, constaté que le poids des substances sèches, dont se compose le corps des daphnies, diminue à la fois dans les élevages en eau filtrée et chez les animaux maintenus dans l'eau additionnée de nourriture dissoute.

Avant de terminer ce paragraphe, citons encore les intéressantes recherches de Marie Parhon sur les échanges nutritifs des abeilles pendant les quatre saisons et les expériences importantes de Weinland[1] sur le métabolisme des insectes, dont devra nécessairement tenir compte tout chercheur qui voudrait s'occuper à l'avenir des phénomènes nutritifs chez ces animaux aux divers stades de leur métamorphose. Au sujet du métabolisme des insectes, il est intéressant aussi de remarquer les recherches de Bogdanow et de Wollman sur le rôle des microbes dans la vie et dans la croissance des mouches. Mais on aura surtout grand profit à connaître les minutieux et ingénieux procédés employés par Delcourt et Guyénot pour élever des lignées de Drosophiles stériles et pour réduire ainsi à un minimum les facteurs inconnus qui peuvent intervenir dans les rapports entre les Drosophiles et le milieu ambiant[2]. Rappelons, d'ailleurs, qu'on ne connaît pas nettement encore le rôle physiologique des levures et des bactéries qui vivent en symbiose régulière avec divers Invertébrés et notamment avec beaucoup d'insectes. Sule, Pierantoni, Mercier et Buchner ont étudié ces curieux phénomènes[3] et ont surtout mis en évidence les dispositions spéciales et en partie très compliquées qui servent à assurer le passage des levures d'une génération à l'autre.

V. — Excrétion.

Les phénomènes d'excrétion chez les Invertébrés ont été particulièrement étudiés par Cuénot et ses élèves, et, en partie, du moins, soumis à un examen critique très consciencieux par Burian[4]. L'organisme des Invertébrés se débarrasse de ses produits de déchet par deux processus différents : l'excrétion de produits liquides et l'excrétion de matières solides. L'élimination de substances liquides se fait, en général, par les néphridies ou émonctoires excrétoires, c'est-à-dire par la voie d'organes qui sont en communication directe avec le milieu ambiant. Mais il y a également des organes sans communication directe avec l'extérieur, qui attirent à eux des déchets liquides : ainsi le tissu chloragogène des Annélides, la glande à concrétion du *Cyclostoma*, et peut-être une bonne partie des éléments du tissu conjonctif. C'est ce que Burian a nommé des organes excréteurs non émonctoriels.

Le mécanisme par lequel s'effectue le passage du liquide excréteur à travers les tissus néphridiens a été étudié chez le poulpe par Gompel et Victor Henri, par Mayer et Rathery[1]. Leurs expériences ont démontré qu'il s'agit d'un vrai travail excréteur, d'une fonction spécifique des cellules excrétrices, consistant surtout en une concentration et en une sélection des substances à éliminer.

Aussi bien dans les cellules néphridiennes que dans les organes non émonctoriels une bonne partie des matières liquides sont, toutefois, transformées en concrétions solides. A cet état, elles sont directement expulsées au dehors, quand elles se trouvent dans les néphridies, c'est-à-dire que les cellules qui les contiennent se détachent entièrement ou partiellement de la paroi, tombent dans la lumière de l'émonctoire et sont projetées au dehors par l'ouverture ou le canal éjectoire de cet organe. Les concrétions ou autres déchets solides, formés en dehors des émonctoires, ont à faire plus ou moins de détours avant de quitter l'organisme. Ce sont, en général, des phagocytes qui s'en chargent et qui les transportent par les voies circulatoires aux néphridies. Souvent aussi ces éléments déposent leur charge sous l'épiderme, et même traversent ce dernier pour passer au dehors (*phagocytose éliminatrice* de Cuénot). En fait d'exemples où les concrétions sont transportées à l'intérieur des cellules néphridiennes, je citerai le cas des Mollusques pulmonés (rapporté par Krahelska), et celui de certaines Annélides (analysé par Burian[2], d'après les données fournies par Darboux, Picton, Eisig, Hérubel, Willem et d'autres). Le dépôt de concrétions sous l'épiderme est effectué chez beaucoup d'Annélides, chez lesquelles la coloration du corps est souvent due à des matières d'excrétion et augmente, par conséquent, avec l'âge. Chez les Hirudinées, ces dépôts vont jusqu'à former des dessins spéciaux pouvant servir à caractériser les

[1] M. Parhon : *Ann. Sc. nat. (Zool.)*, 9e sér., t. IX, 1909. — E. Weinland : Voyez par exemple *Zeitschr. f. Biol.*, t. LII, 1909, et *Biol. Centr.*, t. XXIX, 1909.

[2] E.-A. Bogdanow : *Arch. f. Anat. Phys. (sér. phys.)*, vol. suppl., 1908. — E. Wollman : *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXV, 1911. — A. Delcourt et E. Guyénot : *Bull. scient. France et Belgique*, 7e s., t. XLV, 1911.

[3] Pour la bibliographie de cette question, voyez P. Buchner : *Arch. f. Protistenkunde*, t. XXVI, 1912.

[4] L. Cuénot : *Arch. de Biologie*, t. XV, 1898 ; *Ibid.*, t. XVI, 1899 ; *Arch. Zool. expér. gén.*, 3e sér., t. IX, 1901. — R. Burian : *Handbuch der vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. II, 2e moitié, 1910-1913.

[1] M. Gompel et Victor Henri : *C. R. Soc. Biol.*, Paris, t. LX, 1906. — A. Mayer et F. Rathery : *Journ. Anat. Physiol.*, Paris, t. XLIII, 1907.

[2] M. Krahelska : *Jenaische Zeitschr. f. Nat.*, t. XLVI (N. S., IXL), 1910, ou bien *Thèse ès sciences*, Zurich, 1910. — Voyez Burian : p. 375 de l'ouvrage cité précédemment.

espèces. Les mues qui ont lieu de temps en temps chez certains Vers les débarrassent de leurs produits de déchet. Chez les Lamellibranches enfin et chez les Échinodermes, les phagocytes, chargés de produits de la désassimilation, traversent complètement l'épiderme et passent au dehors (de Bruyne, Cuénot[1]). Dans le groupe des Échinodermes, la phagocytose éliminatrice est particulièrement abondante chez les étoiles de mer, tandis qu'elle est très peu marquée chez les oursins. A sa place, nous trouvons chez les oursins une forte accumulation de déchets dans certaines parties du corps (*rein d'accumulation*, Cuénot).

Ce phénomène de l'accumulation se retrouve chez beaucoup d'autres Invertébrés, chez les Vers, chez les Mollusques, chez les Insectes. Il semble que, pour se débarrasser de produits inutiles, souvent nuisibles, l'organisme puisse indistinctement se servir de deux voies : soit de l'accumulation dans certaines parties du corps, soit de l'expulsion au dehors. Dans les deux cas, le résultat obtenu est le même : les produits en question seront écartés des grandes voies de la circulation et du métabolisme. Chez les végétaux où l'on ne rencontre pas d'organes servant spécialement à l'excrétion, l'accumulation des produits de déchet joue également un grand rôle. C'est que, chez ces organismes, le métabolisme de l'azote, qui à lui seul fournit la plus grande partie des déchets, est beaucoup moins intense que chez les animaux, dont la nourriture est déjà très riche en azote. Les phénomènes de désassimilation chez les végétaux sont d'ailleurs rendus particulièrement indistincts par le fait que beaucoup de produits de la rétrogradation des matières nutritives peuvent être utilisés à nouveau par la plante, ce qui n'est pas le cas pour les animaux.

Un excellent exemple de la différence du métabolisme animal et végétal à ce sujet semble nous être fourni par les Turbellariés acoeles, qui vivent en symbiose avec des Algues[2]. On y trouve, comme chez les Annélides, les produits de déchet du ver localisés dans l'épiderme sous forme de bandes blanches. Ces bandes sont toutefois très inconstantes. C'est que les matières d'excrétion qui les forment sont souvent réutilisées par les algues. C'est du moins ce qu'on est amené à penser, quand on constate que de jeunes convolutes, privées d'algues dès leur naissance, meurent assez rapidement, mais non sans qu'apparaissent en grande quantité de singuliers cristaux aciculaires, qui finissent par remplir tout le corps. Il s'agit, sans doute, de produits de déchet qui, à l'ordinaire, ne peuvent pas s'accumuler de cette façon, parce que les algues les en empêchent.

En fait de produits de la rétrogradation des matières azotées formées par l'organisme des Invertébrés, il faut notamment citer, à la suite de von Fürth[1] et de Cuénot, l'acide urique, que l'on rencontre chez les Échinodermes, les Vers, les Mollusques gastéropodes, les Insectes, les Myriopodes, les Acariens, etc. Sa présence chez les Invertébrés a été spécialement étudiée par Marchal[2]. L'acide urique trouvé dans les « sacs urinaires » des poulpes ne semble pas être produit par le poulpe même, mais fort probablement par les Dicyémides qui recouvrent en grande quantité les « corps fungiformes » (tissus excréteurs) de ces animaux[3]. L'urine du poulpe renferme de l'ammoniaque, et, en fait de représentant du groupe purique, de l'hypoxanthine. Souvent la guanine remplace l'acide urique. C'est le cas chez beaucoup de Vers, chez certains Mollusques gastéropodes, chez les Araignées et les Scorpions. Les Mollusques lamellibranches (les moules par exemple) semblent présenter des conditions toutes particulières. Aug. Letellier[4], qui a étudié leurs néphridies (organes de Bojanus) avec grand soin, a été incapable d'y découvrir de l'acide urique. Par contre, il croit y avoir trouvé de l'urée (très rare chez les Invertébrés) et de plus, dans certaines parties excrétrices du péricarde, de l'acide hippurique. L'acide carcinurique découvert par Marchal dans les produits d'excrétion des Crustacés décapodes demande à être mieux défini encore.

Nous ne saurions quitter les phénomènes de l'excrétion sans rendre le lecteur attentif aux expériences à l'aide de colorants, dont se sont notamment servis avec grand succès L. Cuénot et A. Kovalevski[5]. Certains colorants, tels le carmin d'indigo et le carminate d'ammoniaque, injectés dans le corps d'un organisme, vont s'accumuler de préférence dans les organes d'excrétion et sont expulsés au dehors par eux. Cette accumulation, produite par l'attraction spéciale qu'exercent certains types de cellules sur des corps étrangers liquides, a été nommée *athrocytose* par Burian[6]. C'est, selon cet auteur, un caractère absolument

[1] C. de Bruyne : *Arch. de Biol.*, t. XIV, 1896. — L. Cuénot : *Ibid.*, t. XVI, 1899; *Arch. Zool. exp. gén.*, 3e sér., t. IX, 1901.

[2] Voyez Burian : p. 393 de l'ouvrage cité précédemment.

[1] O. von Fürth : *Vergleichende chem. Physiol. der niederen Tiere*. Jena, G. Fischer, 1903, p. 258.

[2] P. Marchal : *Mém. Soc. Zool. France*, t. III, 1889, ou *Thèse médicale*, Paris, 1888-1889.

[3] Voyez à ce sujet : J. Strohl : *Handbuch der vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. II, 2e moitié, fasc. 4.

[4] A. Letellier : *Arch. Zool. exp. gén.*, 2e sér., t. V bis, 1887, ou bien *Thèse ès sciences*, Paris, 1887-1888. — Id. : *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CXII, 1891.

[5] A. Kovalevski : *Biol. Centr.*, t. IX, 1899. — Pour Cuénot, voyez les mémoires cités précédemment.

[6] R. Burian : p. 302 de l'ouvrage déjà cité (ἀθροίζειν = rassembler).

indispensable au fonctionnement des cellules néphridiennes, mais c'est une propriété qui revient à de nombreuses autres cellules encore (à certains éléments du tissu conjonctif par ex.), et il semble, par conséquent, que, tant que de véritables matières de déchet n'ont pas été signalées dans ces athrocytes, il ne soit pas permis d'y voir ces cellules excrétrices.

VI. — Phosphorescence.

En fait de production d'énergie chez les Invertébrés, il faut notamment remarquer la phosphorescence. Ce phénomène a été particulièrement étudié par R. Dubois, et longuement exposé dans son traité de Physiologie comparée. Il est impossible de citer les nombreuses observations de détail qui ont été faites ces dernières années sur les animaux phosphorescents. Pütter et Mangold[1], ce dernier surtout, se sont efforcés de réunir dans leurs études toutes les connaissances que nous possédons actuellement sur la phosphorescence dans les divers groupes d'Invertébrés et de Vertébrés. Pour expliquer la genèse de ce curieux phénomène, on a toujours encore recours à la luciférase et la luciférine découvertes par R. Dubois[2], mais sans qu'on sache nettement quelle est, en réalité, la constitution chimique de ces substances photogènes.

VII. — Thermorégulation.

Les Invertébrés, tous poikilothermes, ne présentent guère de particularité en ce qui concerne la thermogenèse et la thermorégulation. On a bien observé, il y a quelque temps, certains mécanismes spéciaux de la thermorégulation chez les poikilothermes. Mais ces observations faites par J.-P. Langlois (1902, 1904), Krehl et Sœtbeer (1899), G.-H. Parker (1906), se rapportent à des Vertébrés inférieurs. Elles sont, d'ailleurs, consciencieusement exposées par Lefèvre et par Tigerstedt[3], de pair avec nos connaissances générales sur la thermorégulation chez les poikilothermes. Dans l'un de ces cas, il s'agissait d'un déploiement de chromatophores chez des Reptiles. L'animal devenait tout foncé, absorbait ainsi les rayons de chaleur et arrivait au moyen de ses chromatophores déployés à élever la température de son corps au-dessus de celle du milieu ambiant. On avait cru pouvoir admettre l'existence d'un mécanisme analogue chez les Crustacés. Mais Bauer[1], qui vient de consacrer une étude spéciale à cette question, n'est pas à même de confirmer cette hypothèse. Une autre observation demande encore à être rappelée en particulier ici. Il s'agit d'une constatation de Marie Parhon[2], faite sur des abeilles, dont elle mesurait les échanges respiratoires pendant que ces insectes se trouvaient sous une cloche où l'on entretenait un courant d'air régulier. Or, les échanges respiratoires augmentaient lorsque la température extérieure baissait, et, au contraire, ils diminuaient lorsqu'on élevait la température extérieure. Il semble donc qu'il y ait là, chez ces insectes sociaux, un commencement de lutte en vue du maintien d'une température constante.

VIII. — Vie sexuelle.

On ne s'est occupé que fort peu, dans ces derniers temps, de la physiologie proprement dite des organes sexuels chez les Invertébrés. Dans de remarquables travaux, il est vrai, Bruël, Meisenheimer et d'autres ont tenté d'élucider le fonctionnement de l'appareil sexuel si compliqué des Mollusques gastéropodes; Blunck[3] a essayé d'en faire autant pour certaines étapes de la vie sexuelle du dytique. Mais ce n'est là que le commencement d'études qui devront s'étendre à de nombreux autres groupes d'Invertébrés, avant qu'on puisse en faire un exposé systématique et en déduire des conclusions d'ensemble. Des résultats, dès aujourd'hui particulièrement appréciables, nous ont, par contre, été fournis récemment par la transplantation d'organes sexuels, telle que l'ont effectuée chez des Invertébrés Meisenheimer et Kopec[4]. Il en résulte que chez les papillons et chez les grillons le développement des caractères sexuels secondaires semble être absolument indépendant de la présence des organes génitaux, même si la transplantation ou l'extirpation de l'ébauche des organes génitaux a lieu aux plus jeunes stades où une pareille opération soit possible. Les caractères

[1] A. Pütter : *Zeit. f. allg. Physiol.*, t. V, 1905 (partie des résumés). — E. Mangold : Die Produktion von Licht. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. III, 2e moitié, fasc. 2 et 3, 1910.

[2] R. Dubois : *Ann Univ. Lyon*, 1892; *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CXXIII, 1896. — Id. : *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 1907.

[3] J. Lefèvre : *Chaleur animale et Bioénergétique*. Paris, Masson, 1911, p. 588 à 601. — R. Tigerstedt : Die Produktion von Wärme und der Wärmehaushalt. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. III, 2e moitié, fasc. 1, 1910.

[1] V. Bauer : *Zeit. f. allgem. Physiol.*, t. XVI, fasc. 1 et 2, 1914.

[2] M. Parhon : *Ann. Sc. nat. (Zool.)*, 9e sér., t. IX, 1909.

[3] L. Bruel : *Thèse d'habilitation*, Halle, 1904. — J. Meisenheimer : *Zool. Jahrbücher (sér. systém.)*, t. XXV, 1907; voyez aussi la publication suivante du même auteur : *Die Weinbergschnecke*, Leipzig, W. Klinkhardt, 1912. — H. Blunck : *Zeit. f. wiss. Zool.*, t. CII, 1912, et t. CIV, 1913.

[4] J. Meisenheimer : *Experimentelle Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung*. Jena, G. Fischer, 1re partie, 1909, 2e partie, 1912. — S. Kopec : *Archiv. f. Entwicklungsmechanik*, t. XXXIII, 1911. — Id. : *Zoolog. Anz.*, t. XLIII, 1913, p. 67.

sexuels qui apparaissent sont toujours ceux qui correspondent au sexe primaire de l'animal en expérience, que les organes primaires soient en place encore, qu'ils aient été extirpés ou même remplacés par d'autres de sexe différent.

Il semble donc qu'il y ait là une différence remarquable entre le comportement de ces Invertébrés et celui de beaucoup de Vertébrés. Les mêmes expérimentateurs ont, en effet, constaté que chez les crapauds, par exemple, le développement des caractères sexuels secondaires dépend toujours de la présence de l'organe génital correspondant ou d'un extrait de cet organe. En présence de ces faits, on est amené à se demander si les organes génitaux des Arthropodes ne produisent pas de sécrétions spécifiques, pas d'hormones, ou si ces substances sont indifférentes vis-à-vis du sexe qui doit se développer. Nous sommes incapables de répondre nettement à cette question pour le moment. Mais il y a lieu de rappeler qu'il existe chez les Vertébrés aussi des caractères sexuels secondaires indépendants de la présence de l'organe génital. C'est peut-être cette catégorie de caractères sexuels secondaires seule qui se trouve développée chez les Arthropodes.

Toute sécrétion de nature sexuelle ne fait, d'ailleurs, pas défaut chez les Invertébrés. C'est ce que prouvent, par exemple, les observations de Just et Lillie[1] sur la *Nereis limbata*.

Les savants américains ont, en effet, pu constater que les femelles de ce ver polychète émettent dans l'eau des substances spécifiques qui déterminent les mâles à déposer leur sperme.

C'est dans le sens d'une sécrétion spécifique sexuelle qu'il faut, sans doute, interpréter aussi les récentes constatations de Baltzer[2] concernant la détermination du sexe chez les larves pélagiques de la *Bonellia*. Les mâles de ce ver marin sont tout petits et vivent en parasites, attachés à la trompe de la femelle. Or, ce sont la fixation sur la femelle et les excitations chimiques venant d'elle qui déterminent la formation du sexe mâle chez les larves des Bonellies primitivement disposées à évoluer elles-mêmes en femelles. Si l'on détache de la femelle des larves fixées depuis peu de jours seulement, on constate le fait remarquable que les caractères primitifs féminins ne sont pas complètement modifiés encore dans la direction du mâle. Il en résulte toutes sortes de combinaisons hermaphrodites très curieuses. Mais nous ne savons pas, pour le moment, s'il s'agit vraiment dans ces cas de sécrétions provenant exclusivement des organes génitaux.

Il est possible aussi que la différence physiologique entre les deux sexes ne soit pas limitée aux organes génitaux, mais s'étende dès la naissance, pour ainsi dire, à d'autres organes encore.

C'est là une hypothèse qui, en partie, a déjà été mise en avant par Giard et par Smith[1] pour expliquer certaines particularités observées dans les cas de castration parasitaire chez les Crustacés. Plus récemment encore, Steche et Geyer[2] ont décrit chez les chenilles et les chrysalides de papillons une différence de couleur remarquable entre la lymphe des mâles, qui est presque incolore, et celle des femelles, qui est verdâtre ou jaunâtre. Celle des femelles semble contenir de la chlorophylle très peu modifiée, tandis que dans la lymphe des mâles on constate tout au plus de la xanthophylle. Il s'agit, sans doute, d'une action différente des tissus ou de la lymphe sur la chlorophylle provenant de la nourriture. Le phénomène, en effet, n'a pu être constaté que chez des larves d'insectes phytophages. La présence des organes génitaux étant sans influence aucune sur l'état et l'aspect de la lymphe, les observateurs arrivent à penser que les tissus du corps entier ont subi, chez les papillons, une différenciation sexuelle, à laquelle l'extirpation des organes génitaux ne saurait plus rien changer. Ce sont là des idées qu'on est tenté de rapprocher de la théorie chimique, développée par Keiffer dans son *Essai de physiologie sexuelle générale* (1897) et exposée dans cette Revue par G. Loisel au cours de cet excellent article où il analysait l'*Evolution des idées générales sur la Sexualité*[3].

IX. — Système nerveux.

Dans un grand chapitre du *Traité de Winterstein*, Baglioni[4] a réuni les nombreuses expériences qui se rapportent à la physiologie du système nerveux et les a groupées dans un ordre systématique (Vers, Mollusques, Tuniciers, etc.). Mais c'est là une matière où les grands traits n'apparaissent que très lentement. Les points de vue d'où partent les

[1] F. R. Lillie et E. E. Just : *Biol. Bulletin*, t. XXIV, 1913, p. 150 et suiv.

[2] F. Baltzer : *Sitz. Berichte physik. mediz. Gesellschaft Würzburg*, 1914 (Note préliminaire. Le mémoire définitif paraîtra dans les *Mitteilungen Zool. Station Neapel*).

[1] Au sujet de la castration parasitaire, voyez l'excellent article de Ch. Julin : *Rev. gén. des Sciences* du 30 août 1894, ainsi que les publications suivantes de G. Smith : *Rhizocephala*, 29e monographie de *Fauna u. Flora des Golfs von Neapel*, 1906, et *Quarterly Journ. micr. Sc.*, t. LV, 1910, t. LVII, 1911, — et de M. Caullery : *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 1907, p. 113-115, et *Mitteil. Zool. Stat. Neapel*, XVIII, 1908.

[2] O. Steche : *Verhandl. Deutsch. Zool. Gesellschaft*, 1912, p. 272 à 281. — K. Geyer : *Zeit. f. wiss. Zool.*, t. CV, 1913.

[3] *Rev. gén. des Sc.*, 30 janvier 1905.

[4] S. Baglioni : Die Grundlagen der vergleichenden Physiologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. IV, 1re moitié, 1911. — Id. : Physiologie des Nervensystems. *Ibid.*, t. IV, 1re moitié, p. 25 à 451.

divers expérimentateurs sont en général trop différents pour que les observations qu'ils font puissent se compléter et former un ensemble cohérent. Bethe, Fröhlich, Baglioni, Jordan, Uexküll, Carlson, Lapicque et d'autres[1] ont fourni pour les divers groupes d'Invertébrés un matériel de faits très hétérogène, il est vrai, mais des plus intéressants pour celui qui un jour voudra s'appliquer à le trier et à le mettre au net, comme a su le faire Bethe, il y a une dizaine d'années, dans son excellent traité. Dès aujourd'hui, toutefois, il apparaît clairement que la différence essentielle, qui existe entre les divers types du système nerveux chez les Invertébrés, consiste dans la différenciation de plus en plus marquée de centres superposés. Entre l'organe récepteur et les éléments de l'appareil moteur viennent s'interposer une grande variété de ganglions sensibles, dont le rôle est de coordonner l'action des différents ganglions moteurs. L'étude de ces questions a été particulièrement facilitée depuis que Baglioni a réussi à trouver une méthode permettant de distinguer nettement les ganglions moteurs des ganglions sensibles. En effet, tandis que la strychnine augmente l'excitabilité des ganglions moteurs, celle des ganglions sensibles est augmentée par l'action de l'acide phénique. Les éléments sensibles sont, en général, localisés dans la région supra-œsophagienne ou cérébrale (chez les Vers, les Mollusques et les Arthropodes); les éléments moteurs, par contre, se trouvent soit dans la chaîne nerveuse ventrale (Vers et Arthropodes), soit dans les ganglions viscéraux et dans ceux de la tunique (Mollusques).

X. — Vision.

Parmi les organes des sens, les organes visuels présentent à notre point de vue un intérêt tout particulier, parce que sur ce terrain l'étude morphologique et l'étude physiologique sont toujours restées en contact. Mais ici il importait beaucoup plus que pour tout autre système fonctionnel, de ne pas introduire dans cette étude des raisonnements déduits de nos propres impressions lumineuses. C'est pour cette raison que Bethe, Beer et Uexküll[1] se sont réunis en vue de créer une nomenclature « objectivante », remplaçant par exemple les termes d'organes visuels par organes photorécepteurs, celui d'organe de l'audition par organe phonorécepteur, etc., et évitant, en général, tout point de vue « anthropocentrique ». Cette tentative a été particulièrement approuvée par M. Nuel qui, dans son excellent manuel sur la Vision, n'a pas manqué d'accepter et d'étendre ces principes[2]. De nombreuses recherches sur les fonctions visuelles des Invertébrés ont depuis lors été entreprises sur cette base.

Un remarquable résumé, contenant de nombreuses illustrations, a été publié en 1908 par R. Hesse[3], et a beaucoup contribué à faire connaître les résultats plus ou moins spéciaux des recherches sur l'histophysiologie des yeux chez les Invertébrés. Nous nous bornerons ici à rendre attentif à certaines recherches récentes sur un type d'organes visuels qui caractérise plus spécialement un vaste groupe d'Invertébrés : l'œil composé des Arthropodes. Les principes de construction de cet organe et son fonctionnement, étudiés par Carrière, Plateau, Exner, Grenacher, Patten, Viallanes et d'autres, ont été récemment l'objet d'un mémoire spécial de la part du zoologiste R. Demoll[4]. Retenons qu'en raison de la différence qui existe dans la production des images rétiniennes, on distingue, à la suite d'Exner (1891), deux types d'yeux composés, construits l'un d'après le principe de l'apposition, l'autre d'après le principe de la superposition. Dans l'œil composé construit selon le principe de l'apposition, les faisceaux de lumière de chaque ommatidie restent nettement séparés et sont isolés les uns des autres par une enveloppe pigmentée. Au contraire, dans l'œil composé construit selon le principe de la superposition, les divers faisceaux lumineux convergent les uns vers les autres. C'est un type d'organe photorécepteur spécialement développé chez les insectes nocturnes et chez la plupart des Crustacés, tandis que l'œil du type « apposition » se trouve surtout chez les insectes diurnes.

Le zoologiste Demoll[5] s'est attaché à étudier, entre autres, à l'aide de l'ophthalmoscope, l'étendue

[1] A. Bethe : *Allgem. Anat. und Phys. des Nervensystems*, Leipzig, Georg Thieme, 1903, 487 pages. — F.-W. Fröhlich : *Zeits. f. allgem. Physiol.*, t. X et XI (une douzaine de mémoires), voyez surtout aussi les articles du même auteur (« Nervensystem », « Reflexe ») dans *Handwörterbuch der Naturwissenschaften*, Jena, G. Fischer, t. VII, 1912, et t. VIII, 1913. — S. Baglioni : *Zeit. f. allgem. Physiol.*, t. V, 1905, p. 43-65. — H. Jordan : *Ibid.*, t. VII et VIII, 1908 : ainsi que *Pflüger's Archiv. f. ges. Physiol.*, t. CXXXI, 1910. — J. von Uexküll : *Umwelt und Innenwelt der Tiere*, Berlin, J. Springer, 1909, 261 pages. — A.-S. Carlson : *Asher-Spiro's Ergebnisse der Physiologie*, t. VIII, 1909. — L. Lapicque : *C. R. Soc. Biol.*, Paris, t. LXIII, 1907, p. 542-544. — J. Matula : *Pflüger's Archiv. f. ges. Physiol.*, t. CXXXVIII, 1911.

[1] Th. Beer, A. Bethe et J. von Uexküll : Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiol. des Nervensystems. *Zool. Anzeiger*, t. XXII, 1899.

[2] J.-P. Nuel : La Vision. *Biblioth. internat. de Psychol. expér.*, Paris, O. Doin, 1904, 376 pages; voyez aussi les articles du même auteur sur la Dioptrique et l'Acuité visuelle dans le *Dictionnaire de Physiol.* de Richet.

[3] R. Hesse : *Das Sehen der niederen Tiere*. Jena, G. Fischer, 1908.

[4] R. Demoll : *Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie*, publiés par J.-W. Spengel, t. II, fasc. 3, 1910.

[5] R. Demoll : *Zool. Jahrbücher* (*sér. system.*), t. XXVIII, 1909.

du champ visuel binoculaire de certains insectes. Il est arrivé ainsi à constater l'existence de rapports très intéressants entre l'étendue de ce champ et la préhension de la nourriture. Ainsi chez certains papillons, la pointe de la trompe marque à peu près le sommet du champ visuel des espèces respectives. Il en est de même pour la partie antérieure de ce singulier organe de préhension que représente la lèvre inférieure ou le masque de la larve d'*Aeschna*. La longueur de la trompe ou du masque est évidemment en corrélation étroite avec un certain degré de convergence des yeux composés. Ainsi chez la *Vanessa Jo* la longueur de la trompe est de $14^{mm},3$ et le sommet du champ visuel se trouve à 11 millimètres en avant de la tête. Chez la *Vanessa levana*, par contre, pourtant proche parente de la première, la longueur de la trompe est de 6 millimètres et le sommet du champ visuel se trouve à $5^{mm},5$ en avant de la tête. Il y a là, évidemment, un rapport analogue à celui qui existe entre le champ visuel des poules et des pigeons et leur action de picoter (« Pickhöhe », étudiée par A. Tschermak en 1902). La trompe du papillon se déroule et tend en avant, dès que l'objet à atteindre (la fleur par exemple) est vue par certaines parties correspondantes des yeux composés.

A côté des yeux composés, on remarque, chez beaucoup d'insectes des yeux simples, les ocelles. On a souvent cru pouvoir mettre la fonction de ces yeux simples en opposition avec celle des yeux composés. D'autres observateurs encore ont complètement dénié toute faculté visuelle aux ocelles. Cette conclusion était surtout basée sur ce fait qu'après la destruction des yeux composés, l'insecte ne voyait plus. Les ocelles ne semblaient donc pas lui servir dans son orientation visuelle. Plusieurs zoologistes se sont, récemment, de nouveau occupés de ces organes (Demoll et Scheuring, C. J. Caesar, Tümpel[1]) et il semble fort probable aujourd'hui, notamment d'après les recherches de Demoll et Scheuring, que les ocelles aident l'insecte à voir à distance. Cela ne revient pas à dire que l'œil composé serve à la vue à proximité, l'ocelle seul a la vue au loin. C'est ensemble, au contraire, que les deux types d'yeux voient à distance et aucun des yeux ne peut être éliminé sans que cette fonction de la vue à distance soit dérangée et compromise. L'étroite relation qui existe entre les yeux composés et les yeux simples d'un insecte semble, d'ailleurs, indiquée aussi par l'existence de certaines communications histologiques d'ordre nerveux entre les deux organes visuels.

[1] R. Demoll et L. Scheuring : *Zool. Jahrbücher* (*sér. physiol.*), t. XXXI, 1912. — C. J. Caesar : *Zool. Jahrbücher sér. anat.*), t. XXXV, 1912. — Tümpel : *Zeit. f. wissensch. Insektenbiologie*, Berlin, t. VIII, 1912, p. 167 à 173, 218 à 225.

En fait de recherches récentes sur les organes visuels des Invertébrés, il faut aussi mettre en évidence les minutieuses expériences de Petrunkevitch[1], qui a déterminé chez plusieurs araignées la direction de l'axe des yeux et les angles que ces axes forment avec les plans principaux du corps. Il est allé jusqu'à contrôler les variations possibles de la direction des axes visuels durant le développement post-embryonnaire.

Le mécanisme de l'accommodation a également été l'objet de recherches spéciales chez les Invertébrés (Beer, Heine). Heine[2], notamment, a rendu attentif au fait qu'on trouve chez les Céphalopodes (poulpes) un mécanisme d'accommodation unique dans la série animale : une double accommodation active. Celle-ci est due à l'action de muscles interbulbaires, qui modifient la forme du bulbe et changent ainsi la position du cristallin, soit en le poussant en avant, soit en le retirant en arrière. L'ensemble de nos connaissances sur les processus de l'accommodation se trouve, d'ailleurs, exposé aussi dans un mémoire de C. Hess[3], professeur d'Ophthalmologie à l'Université de Munich.

C'est ce savant aussi qui a repris, à l'aide de nouvelles méthodes, le problème de la vision des couleurs chez les abeilles. Sir J. Lubbock, Auguste Forel, Plateau et d'autres avaient autrefois déjà tenté d'élucider cette question. K. von Frisch y était revenu récemment, et c'est précisément au cours d'une discussion prolongée et non terminée encore avec von Frisch, au sujet de la vision chez les Poissons et chez les Arthropodes, que Hess est arrivé aussi à s'occuper de la vision des couleurs chez les abeilles[4]. A l'encontre de la plupart des observateurs précédents et de l'opinion généralement admise aujourd'hui, Hess est d'avis que les abeilles, aussi peu que les poissons, ne distinguent pas les couleurs. Est-ce là une interprétation valable pour les Invertébrés en général? Certains résultats obtenus par F.-W. Fröhlich[5], au cours d'expériences faites avec le galvanomètre à corde sur l'œil du poulpe, ne semblent pas bien s'accorder avec une pareille opinion. On constate, en effet, que la fréquence et l'intensité des courants d'action de l'œil du poulpe varient — et cela d'une

[1] A. Petrunkevitch : *Journ. of exp. Zool.*, t. V, 1907.

[2] L. Heine : *Medizin.-Naturwiss. Archiv*, t. I, 1908, et *Zentr. f. Physiol.*, t. XXI, 1908.

[3] C. Hess : Der Gesichtssinn. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. IV, fasc. 4 et 5, 1912.

[4] C. Hess : *Zool. Jahrbücher* (*sér. physiol.*), t. XXXIV, 1913, et *Arch. f. vergleich. Ophtalm.*, t. IV, 1914. — K. von Frisch : *Zool. Jahrbücher* (*sér. physiol.*), t. XXXII, 1912; t. XXXIII, 1912. — K. von Frisch et H. Kupelwieser : *Biol. Centr.*, t. XXXIII, 1913. — Voyez à ce sujet encore : A. Pütter : *Die Naturwissenschaften* (Berlin, J. Springer), t. II, fasc. 15, 1914, p. 363, et K. von Frisch : *Ibid.* fasc. 20, p. 493.

[5] F.-W. Fröhlich : *Deutsche medizin. Wochenschrift*, n° 30, 1913 (Note préliminaire).

façon constante — à la suite d'excitations par différentes lumières colorées. Dans l'étude de la vision des couleurs chez les Invertébrés, il faudra aussi tenir compte des idées développées par Romuald Minkiewicz à la suite de ses observations sur le chromotropisme, ainsi que de certaines considérations de Raehlmann[1].

XI. — Fonctions statiques.

Dans un autre groupe d'organes des sens, pour les statolithes, l'étude physiologique n'a pas toujours marché de front avec les constatations morphologiques. C'est, on le sait, Y. Delage[2] qui a inauguré l'ère des nouvelles recherches et d'une compréhension plus correcte de ces organes. Récemment Mangold[3] a donné, dans le Traité de Winterstein, une revue critique très documentée du sujet. Il en résulte que chez les Crustacés seuls on a pu provoquer à l'aide de l'aimant le déplacement des statolithes à l'intérieur de la statocyste et déterminer par là des mouvements régulateurs du corps entier. Chez la *Pterotrachea* et chez les poulpes, l'extirpation d'une ou des deux statocystes, ou bien aussi la section des nerfs correspondants, provoque un dérangement spécial de la locomotion, des mouvements de nage, etc. L'animal tourne notamment autour de l'axe de son corps. A part cela, les statolithes déterminent certains mouvements compensateurs des yeux et exercent, tout comme le labyrinthe des Vertébrés, une influence manifeste sur l'état de contraction des muscles, dont ils règlent le tonus. C'est Buddenbrock[4] qui a étudié récemment, à Naples et à Roscoff, ces phénomènes dans divers groupes d'Invertébrés. Chez les méduses, par contre, le rôle fonctionnel des statolithes pour le maintien de l'équilibre et pour le mécanisme locomoteur n'a pu être démontré expérimentalement jusqu'à présent. L'effet régulateur de la statocyste des Cténophores même, qui semblait pourtant nettement établi par les recherches de Hensen et de Verworn, est rendu moins clair par certaines expériences récentes de V. Bauer[5].

Chez les Insectes, nous ne connaissons que fort peu d'organes capables de régler la locomotion si compliquée de ces animaux. De singuliers organes, semblant avoir cette fonction, ont été trouvés chez les Hémiptères (*Nepa*, *Ranatra*). Il s'agit de six petites cavités situées sur le côté ventral de l'insecte et contenant chacune une bulle d'air. Cette bulle d'air cherche à s'échapper par le côté le plus élevé de la cavité, et c'est la pression qu'elle exerce sur certains poils ou cils tactiles, qui détermine des excitations spéciales et engage l'animal à se diriger vers la surface de l'eau, où il se tient d'habitude. Baunacke[1], qui s'est particulièrement occupé de ces organes, a constaté que cette tendance vers la surface de l'eau disparaît lorsqu'on a pris soin de gratter les cavités et d'enlever les poils tactiles qui les recouvrent et qui retiennent les bulles d'air.

L'étude des statocystes chez les Synaptes a amené Becher[2] à attribuer à ces organes, en plus de leur fonction *statique*, une fonction *dynamique* capable de renseigner l'animal sur le caractère des mouvements qu'il exécute ou qu'il subit. Il y a, en effet, dans les statocystes des Synaptes, deux espèces de statolithes, un gros et de nombreux petits. Le gros statolithe, en raison de son inertie plus grande et de son frottement moindre, se déplacera plus facilement que les petits et sera à même de répondre à des chocs moins forts. La présence de gros et de petits statolithes et leur manière différente de se comporter permettront, par conséquent, à l'animal de distinguer des chocs plus ou moins forts et de s'arranger en conséquence.

XII. — Sens olfactif.

Parmi les travaux consacrés aux organes des sens communément appelés « inférieurs », il convient de rappeler surtout l'excellente étude d'Emile Yung[3] sur le sens olfactif de l'escargot, dont l'histoire physiologique est particulièrement familière au distingué zoologiste genevois. Par ces nouvelles recherches, il a été amené à conclure que la peau de l'escargot est excitable à la fois aux chocs et aux vapeurs *sur toute son étendue*. Si les tentacules sont, en effet, plus sensibles, ce n'est que parce qu'ils contiennent un plus grand nombre de cellules sensorielles. Celles-ci, toutefois, ne sont point encore différenciées « en cellules exclusivement irritables par les chocs de contact et en cellules irritables seulement par les vapeurs odorantes ». Au terme de son mémoire, Yung rend hommage à la perspicacité de Cuvier, qui dès 1817, dans son *Mémoire sur la Limace et le Colimaçon*, avait exprimé l'avis que le sens olfactif de ces animaux résidait peut-être dans la peau tout entière,

[1] R. Minkiewicz : *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CXLIII, p. 934. — E. Raehlmann : Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Jena, G. Fischer, 1907, 58 p.

[2] Y. Delage : *Arch. Zool. exp. gén.*, 2e sér., t. V, 1887.

[3] E. Mangold : Gehörsinn und statischer Sinn. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. IV, fasc. 6, 1912.

[4] W. von Buddenbrock : *Biol. Centralbl.*, t. XXXII, 1912; et *Zoolog. Jahrbücher* (*sér. physiol.*), t. XXXIII, 1913.

[5] V. Bauer : *Zeit. f. allgem. Physiol.*, t. X, 1909.

[1] W. Baunacke : *Zool. Jahrbücher* (*sér. anat.*), t. XXXIV, 1912.

[2] S. Becher : *Biol. Centralbl.*, t. XXIX, 1909.

[3] E. Yung : Recherches sur le sens olfactif de l'escargot. *Arch. de Psychol.*, Genève, t. III, 1903.

« qui a beaucoup de la texture d'une membrane pituitaire ». Dans d'autres groupes d'Invertébrés, chez les Insectes notamment, le sens olfactif, localisé dans les antennes, semble mieux développé. C'est du moins ce qu'a pu constater entre autres Aug. Forel par de nombreuses expériences sur les fourmis par exemple[1]. D'autre part, Barrows[2], dans une intéressante étude sur la *Drosophila ampelophila*, rapporte l'observation suivante : On ampute à une Drosophile l'une de ses antennes et on présente ensuite de la nourriture à l'insecte. Il en résulte une excitation de l'antenne intacte et on voit la petite bête décrire dans son vol des cercles continuels. Barrows semble admettre que c'est là un effet de l'excitation unilatérale des éléments sensoriels olfactifs dans l'antenne intacte.

XIII. — Locomotion.

Parmi les mécanismes locomoteurs spéciaux aux Invertébrés, on a particulièrement étudié ces derniers temps les mouvements péristaltiques des Mollusques et des Vers. Ce genre de mouvements n'est, il est vrai, pas limité aux Invertébrés, mais il est un peu plus aisé à étudier chez ces derniers, parce que les excitations s'y propagent moins vite et que le jeu des ondes péristaltiques est, par conséquent, plus facile à suivre. Ces ondes progressent généralement d'arrière en avant et sont déterminées par le contact de la région antérieure du corps avec un support. On ne peut, chez les Mollusques, renverser la direction des ondes péristaltiques comme c'est le cas chez les Vers. Il s'ensuit que les escargots ne peuvent pas ramper à reculons comme les vers. Vlès[3] a démontré, toutefois, combien il était nécessaire d'étudier la morphologie des ondes pédieuses dans les divers groupes de Gastéropodes et de ne pas se limiter aux Pulmonés. Chez ces derniers, en effet, les ondes se déplacent dans le même sens que l'animal (ondes directes), mais chez d'autres Mollusques, les Chitonides et les Littorines, par exemple, les ondes se déplacent en sens inverse de l'animal (ondes rétrogrades). La rapidité de la progression ne dépend pas du nombre des ondes, mais seulement de l'intensité et de la rapidité de chaque onde, et en cela aussi les diverses espèces diffèrent. Les divers points du pied d'un escargot par-dessus lesquels passe une onde musculaire sont portés en avant, mais cela ne suffit pas encore à produire la locomotion. Il faut encore une détente du muscle, qui est réalisée par une fonction analogue à celle du tissu érectile. C'est Biedermann[1] qui a reconnu et analysé la part de chacun de ces facteurs dans la progression des Mollusques et des Vers. Simroth avait admis autrefois la possibilité d'une extension des fibres musculaires, état qui devait être opposé à la contraction, mais qu'il est difficile de se représenter du point de vue physiologique. Car[2], de son côté, avait cru à l'action combinée de muscles horizontaux et verticaux, mais tout cela n'a pu être confirmé par Biedermann.

Ce physiologiste a surtout voulu connaître aussi l'influence du système nerveux sur ces processus. Il est arrivé à constater que les mouvements péristaltiques des Vers sont sous la direction absolue du système nerveux central et que la gaine épithélio-musculaire séparée du reste du corps est incapable d'exécuter des mouvements. Entre les mouvements péristaltiques des Vers et ceux de l'intestin (aussi bien des Vertébrés que des Invertébrés), en passant par les Mollusques gastéropodes, il existe, sans doute, toute une série de mouvements péristaltiques caractérisés par une indépendance et un automatisme de plus en plus marqué des muscles. Il est intéressant, d'ailleurs, de voir que la chenille apode du papillon *Limacodes testudo* reproduit jusque dans les plus petits détails le jeu des ondes péristaltiques observé par Biedermann chez les Mollusques. Dans le cas de la chenille, le mouvement péristaltique est, toutefois, complètement indépendant du système nerveux central, ce qui n'est pas le cas, en général, chez les Mollusques. Voilà donc deux phénomènes absolument pareils qui pourtant diffèrent dans leurs rapports fonctionnels avec le système nerveux.

Le mécanisme de la marche des insectes et des araignées, étudié par Carlet, Demoor et d'autres, a été récemment exposé de nouveau par R. du Bois-Reymond[3], dans le chapitre du Traité de Winterstein consacré à la physiologie comparée de la locomotion.

J. Strohl,
Privat-docent de Zoologie
à l'Université de Zurich.

[1] A. Forel : *Das Sinnesleben der Insekten*, Munich, 1910, 391 pages, 2 planches ; voyez aussi des articles du même auteur dans *Rivista di biologia generale*, t. V, Come, 1891, et dans l'*Année psychol.*, 1896, ainsi que les chapitres spéciaux consacrés à cette question dans les Traités sur les Insectes mentionnés dans le premier paragraphe du présent article.

[2] W.-M. Barrows : *Journ. of exp. Zool.*, t. IV, 1907.

[3] F. Vlès : *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CXLV, 1907, p. 276, et *Bull. Soc. Zool. France*, t. XXXIII, 1908-09, p. 170-179.

[1] W. Biedermann : *Pflüger's Archiv. f. ges. Physiol.*, t. CII, 1904 ; t. CVII, 1905 ; t. CXI, 1906.

[2] H. Simroth : *Zeit. wiss. Zool.*, t. XXXII, 1879. — L. Car : *Biolog. Centralbl.*, t. XVII, 1897. — Voyez aussi : R. Dubois et F. Vlès : *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CXLIV, p. 658-659.

[3] G. Carlet : *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. LXXXIX, 1879. — J. Demoor : *Arch. de Biol.*, t. X, 1890. — R. Du Bois-Reymond : Physiologie der Bewegung. *Handbuch d. vergleich. Physiol. von Winterstein*, t. III, 1re moitié, 1911.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Volterra (V.), *Professeur à l'Université de Rome.* — **Leçons sur les fonctions de lignes**[1]. — 1 *volume in-8° de* 230 *pages.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1913.

Le nouvel ouvrage de M. Vito Volterra vient compléter celui qui a paru, voici environ un an, sous le titre : « Leçons sur les Equations intégrales et sur les Equations intégro-différentielles »[2]. Il contient le développement du cours que l'éminent mathématicien professa à la Sorbonne, de janvier à mars 1912, et où il exposa, avec tant d'éloquence et de clarté, les fondements de ses belles recherches. Celles-ci sont aujourd'hui si universellement connues qu'il serait vain d'insister ici sur les services incomparables qu'une telle publication est destinée à rendre à tous ; elle donne de l'œuvre de M. Volterra une vue d'ensemble parfaite : c'est assez dire.

De la lecture de ce livre se dégage un contraste saisissant : d'une part, les problèmes qui y sont traités sont très variés et très généraux ; d'autre part, il y a, dans la méthode qui sert à les étudier, un caractère d'unité admirable. Partout, en effet, nous retrouvons la même idée fondamentale : celle du passage du fini à l'infini, du discontinu au continu. Dans un premier chapitre, l'auteur nous montre que cette idée a dominé constamment l'évolution du Calcul infinitésimal : transportée au domaine de la théorie des fonctions, elle engendre la notion de *fonction de ligne*. Pour étudier ce nouvel élément analytique, on le considère (chap. II) comme la limite d'une fonction d'un très grand nombre de variables, qui seront par exemple les coordonnées des sommets d'une ligne polygonale inscrite dans la courbe : par une extension toute naturelle de la notion de dérivée partielle, on définit ainsi les dérivées d'une fonction de ligne.

Ceci posé, à tout problème de la théorie des fonctions ordinaires, correspond en général un problème de notre nouvelle théorie. C'est ainsi que se généralise la théorie des fonctions implicites : étant donnée une équation telle que :

$$F[f(x),\ \varphi(x), \xi] = 0,$$

où F dépend non seulement de ξ, mais encore de la forme des fonctions f et φ, on se propose de déterminer $f(x)$ lorsque $\varphi(x)$ est donnée. Le calcul des variations conduit (chap. III) à une foule d'équations de ce genre ; les plus simples sont les *équations intégrales* : dans des cas très étendus, il est possible de les résoudre (chap. IV) en les considérant comme limites de systèmes d'équations algébriques à un très grand nombre d'inconnues.

Les chapitres suivants nous fournissent des exemples d'équations *intégro-différentielles*, empruntés à la Physique mathématique ; on est conduit à de telles équations toutes les fois qu'on étudie des phénomènes héréditaires. C'est ce qui se présente par exemple en élasticité (chap. VI) : la Mécanique classique négligeait jusqu'à ce jour l'hérédité, si bien qu'elle traduisait les conditions de l'équilibre élastique par des équations aux dérivées partielles.

Or l'étude des équations complètes ne dépasse pas en complication celle de ces dernières ; on peut même (chap. VIII) résoudre complètement, et par des séries rapidement convergentes, le problème de la sphère élastique isotrope avec hérédité, lorsqu'on se donne les déplacements au contour. Très important pour les applications est le cas d'une loi d'hérédité invariable avec le temps : on dit alors que les conditions du *cycle fermé* sont vérifiées ; dans ce cas rentrent les phénomènes d'*hystérésis* (chap. VII).

Nous abordons maintenant (chap. IX et suivants) une théorie nouvelle : celle de la *permutabilité*. Deux fonctions $F_1(x, y)$ et $F_2(x, y)$ sont dites permutables quand le résultat de leur *composition*

$$\int F_1(x, \xi) F_2(\xi, y) d\xi$$

est indépendant de leur ordre ; la permutabilité est de *première espèce* lorsque les limites sont x, y : son étude permet la résolution immédiate d'une classe très étendue d'équations intégrales et intégro-différentielles à *limites variables* ; en particulier elle fournit la solution du problème de la sphère élastique quand on suppose données les tensions au contour. Dans le cas où les limites de l'intégrale précédente sont deux nombres fixes a et b, la permutabilité est dite de *seconde espèce*. Son étude se rattache à celle des substitutions linéaires, et fournit des résultats relatifs aux équations intégrales et intégro-différentielles à *limites fixes*.

Enfin, dans quelques pages du plus haut intérêt philosophique (chap. XIV), l'auteur marque la place que la Mécanique héréditaire occupe dans la Mécanique classique. Certes, il est permis de discuter sur l'existence effective des phénomènes d'hérédité et l'impossibilité : il n'en est pas moins vrai qu'il est commode de les introduire, parce qu'ils constituent un intermédiaire précieux se prêtant facilement au raisonnement ; en outre, les coefficients d'hérédité sont des grandeurs parfaitement accessibles à l'expérience, et sur lesquels plusieurs physiciens ont déjà opéré des mesures.

En résumé, outre l'intérêt analytique qu'elle présente, la théorie des Fonctions de Lignes est, dès à présent, susceptible d'applications nombreuses. Il n'est donc pas douteux que le nouveau livre n'ait pour influence de contribuer au développement de cette théorie, qui est appelée à jouer en Mathématiques un rôle prépondérant.

G. Bouligand,
Agrégé en mathématiques.

Contet (A.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **La question des moteurs sans soupapes : Le moteur Knight.** — 1 *vol. in-8° de* 61 *pages avec* 20 *figures et* 1 *planche.* (*Prix :* 2 *francs.*) *Dunod et Pinat. Paris*, 1913.

On connaît les soins que nécessitent les soupapes dans un moteur à explosions, et les incidents graves auxquels elles sont capables de donner lieu. Les progrès de la métallurgie, en permettant l'emploi des métaux spéciaux, ont diminué beaucoup le nombre de ces incidents, qui étaient la terreur de l'automobiliste d'il y a quinze ans.

La soupape n'en est pas moins un organe délicat et bruyant, et sa suppression est généralement considérée comme devant constituer un progrès considérable.

Il ne suffit cependant pas de supprimer un organe délicat, il faut encore que l'organe qui doit le remplacer soit plus robuste.

Dans sa brochure, M. Contet s'attache à montrer

[1] Ce livre appartient à la Collection de Monographies sur la Théorie des Fonctions, publiée sous la direction de M. Emile Borel.

[2] On trouvera l'analyse de ce premier volume dans le numéro du 15 août 1913, page 590.

que le moteur Knight répond à cette condition, et qu'il constitue une excellente solution du problème.

Il examine avec soin toutes les objections qui lui ont été opposées, et les réfute par une argumentation précise, basée sur des essais et sur les résultats obtenus couramment sur des voitures. Il montre que, indépendamment de sa robustesse plus grande, le moteur Knight présente d'autres avantages importants : meilleur rendement à toutes les allures, dû au remplissage meilleur de la cylindrée ; insensibilité à l'usure, absence de bruit.

Il est un point sur lequel le lecteur aimerait à être mieux renseigné, parce que, pour tous, il a son importance : c'est la question du prix de revient, qui, évidemment, est le point faible du moteur Knight.

Au total, la brochure de M. Contet constitue une étude fort intéressante, très documentée, de compréhension facile, et que liront avec plaisir tous ceux qui, à un titre quelconque, s'intéressent au moteur à explosion.

P. Lorain,
Ancien Ingénieur de la Marine.

2° Sciences physiques

Wood (R. W.), *Professeur à l'Université John Hopkins de Baltimore.* — **Optique physique.** *Ouvrage traduit de l'anglais par* MM. H. Vigneron *et* H. Labrouste. *Tome II* : **Etude des radiations.** — 1 *vol. de* VI-477 *pages avec* 145 *figures et* 5 *planches.* (*Prix* : 18 *francs.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1914.

Dès la publication du premier tome de cet ouvrage, j'avais eu l'occasion d'en dire tout le bien que j'en pense; le tome II me donne le plaisir de renouveler ces éloges en les accentuant; il contient, en effet, les parties les plus originales du livre, celles qui ont acquis, dans ces dernières années, une importance prépondérante et qui sollicitent l'attention des physiciens, celles enfin où M. Wood a accumulé le plus d'observations intéressantes et personnelles. Ce qui fait l'originalité de ce livre, c'est qu'il a été écrit par un grand expérimentateur, par un savant *qui a vu* presque toutes les choses dont il parle; aussi, quelle différence avec la science « livresque » de certains grands professeurs, qui parlent avec autorité sans avoir jamais touché un appareil et qui écrasent impitoyablement les réalités sous les algorithmes!

M. Wood ne redoute pas les calculs, mais il se défend de toute originalité dans son exposé mathématique; il prend délibérément son bien où il le trouve, soucieux avant tout de choisir l'exposé le plus clair et le meilleur; ainsi, l'exposé de la théorie électromagnétique de la lumière, par où débute le tome II, est exactement celui de Drude; je crois en effet qu'on ne pouvait trouver mieux, et il faut féliciter notre auteur de n'avoir pas recherché cette originalité factice qui consiste à démarquer et à mélanger plusieurs théories pour avoir l'air de faire œuvre personnelle.

C'est au point de vue expérimental que l'ouvrage reprend sa pleine originalité; évidemment, M. Wood se cite lui-même à chaque page, et qui lirait son livre sans rien savoir de la Physique, conclurait que l'Optique moderne est, presque entièrement, l'œuvre du professeur de la John Hopkins University; mais ce léger travers est compensé, et au delà, par la précision des descriptions, par l'abondance des détails topiques, si précieux pour l'homme de laboratoire.

Parcourons maintenant la liste des chapitres : Théorie de la réflexion et de la réfraction. — Théories de la dispersion. — Absorption de la lumière. — Propriétés optiques des métaux. — Polarisation rotatoire. — Magnéto-optique. — Electro-optique. — Transformation des radiations absorbées. — Lois du rayonnement. — Diffusion de la lumière; résonance optique. — Nature de la lumière blanche. — Mouvement relatif de l'éther et de la matière. — Le principe de relativité. Rien qu'à feuilleter ces chapitres si bien remplis, on se rend compte de l'importance prise par l'effet Zeeman; plus de cinquante pages lui sont consacrées; il en faudra bientôt autant pour son analogue électrique, prévu théoriquement par Voigt et observé par Stark; le phénomène de Kerr est aussi étudié avec soin; en revanche, je suis étonné de ne trouver aucune trace, dans un ouvrage aussi soigneusement établi, de la biréfringence magnétique, qui forme avec la biréfringence électrique un si harmonieux ensemble, ni des théories de M. Langevin qui relient ces deux phénomènes entre eux et avec les théories moléculaires. Mais, cette lacune mise à part, combien de phénomènes mal connus en France, combien de points de vue ignorés, dont l'ouvrage de Wood nous révèle l'importance! Et enfin, je signalerai, pour terminer, les chapitres consacrés au mouvement relatif de l'éther et de la matière et au principe de relativité, qui sont traités avec une clarté d'autant plus précieuse que le sujet se prête aisément à l'ambiguïté et à l'obscurité métaphysique. Je suis donc heureux de saluer l'achèvement de ce beau livre; je n'en connais pas, en Optique, qui soit plus vivant et plus près de la réalité expérimentale; tous les physiciens lui feront une place dans le premier rayon de leur bibliothèque.

L. Houllevigue,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Le Chatelier (Henry), *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.* — **La Silice et les Silicates.** — 1 *vol. in-8° de* 576 *pages avec* 60 *figures.* (*Prix* : 15 *fr.*) *A. Hermann et fils, éditeurs. Paris,* 1914.

Dans l'introduction de son ouvrage, M. Le Chatelier indique les raisons qui font de l'étude de la silice et des silicates l'une des plus intéressantes et aussi l'une des plus sacrifiées de la Chimie minérale. Si l'abondance des dérivés de la silice dans la nature et leur intérêt industriel rendaient nécessaire un ouvrage comme celui-ci, l'extrême complexité de la constitution des silicates, les difficultés de leur étude et la quasi-impuissance où l'on se trouvait de les représenter par des formules chimiques rationnelles, étaient autant de raisons pour détourner de ce sujet le savant qui aurait voulu ne voir dans cette étude qu'un simple chapitre de Chimie minérale. Il faut louer M. Le Chatelier d'avoir bien voulu exposer d'une manière rationnelle et complète l'ensemble de nos connaissances sur la silice et les silicates, en y apportant cet esprit de méthode et de simplicité qui caractérise ses travaux.

Après une étude brève, mais complète, des composés oxygénés du silicium, l'auteur consacre de substantiels chapitres aux diverses variétés de silice. Dans cette étude remarquable, une large part est faite aux méthodes physiques : cristallisation, dilatation, conductibilité, phénomènes de pyro-électricité et de piézo-électricité avec ses applications les plus récentes. Il faut signaler aussi en particulier les chapitres si complets consacrés à la polarisation rotatoire et à la double réfraction.

L'étude des silicates et de leurs applications n'est pas moins intéressante. Il n'est pas possible de trouver un exposé plus complet des propriétés du verre : propriétés générales, composition, altérabilité chimique, propriétés physiques et mécaniques, dilatation des verres, propriétés optiques, constituent autant de chapitres importants qui seront consultés avec fruit par le savant et l'industriel.

La description des silicates métalliques, un exposé complet de la céramique, des roches et laitiers contribuent à donner à ce livre un caractère encyclopédique.

Si l'étude de la silice et des silicates paraissait ardue et, disons le mot, fastidieuse, au premier abord, le traité de M. Le Chatelier est bien fait pour la rendre agréable. Sa lecture est d'autant plus attrayante que les faits y sont exposés avec une clarté et une simplicité remarquables. On est surpris de voir que beau-

coup d'entre eux, que l'on pensait dépourvus d'intérêt, ont au contraire une importance de premier ordre.

Il n'est pas douteux que les chimistes, les minéralogistes, les ingénieurs, les industriels, trouveront dans ce livre si complet des renseignements précieux tant au point de vue technique qu'au point de vue théorique.

A. Mailhe,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Toulouse.

3° Sciences naturelles

Besnard (René) et **Aymard** (Camille). — **L'œuvre française au Maroc (avril 1912-décembre 1913).** Préface de M. Caillaux. — 1 *vol. in*-16 *de* 254 *pages, avec une carte hors texte.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Hachette, éditeur. Paris*, 1914.

Les auteurs, après un séjour assez prolongé au Maroc, ont voulu exposer en quelques rapides pages leurs impressions documentées, fortifiées et guidées par les documents qui ont été mis libéralement à leur disposition par l'Administration chérifienne. Dans la première partie, ils s'attachent à montrer le rôle si difficile de la France dans l'établissement d'un régime définitif au Maroc, les difficultés soulevées par les prétentions en grande partie justifiées de l'Espagne, celles plus arrogantes, parce que moins légitimes, de l'Allemagne et enfin celles, moins nettement exprimées, mais tout aussi fortement défendues, de l'Angleterre que nos concessions égyptiennes n'avaient pu satisfaire.

Dans le chapitre IV, nous trouvons un excellent résumé de l'organisation du contrôle, et on voit les résultats obtenus en si peu de temps et dans des conditions déplorables tant au point de vue budgétaire qu'au point de vue des difficultés d'ordre diplomatique.

Le deuxième livre est consacré à la description des résultats économiques du Protectorat. L'essor imprévu pris par la colonisation française en Chaouïa a transformé la vieille terre du Magreb endormie depuis des siècles en une ruche bourdonnante qui évoque les ruées californiennes ou de l'Alaska. Les auteurs étudient les conditions d'existence des colons et des fonctionnaires dans ces villes nées d'hier, sans logements, sans travaux publics, sans chemins de fer, puisque nos traités imposés par l'Allemagne nous interdisent actuellement toute exploitation commerciale des voies ferrées.

Les documents, les chiffres abondent dans ce petit livre, un des meilleurs qui aient été écrits depuis l'établissement du Protectorat.

Livre doublement utile parce qu'il montre les ressources que nos immigrants peuvent trouver là-bas, mais aussi les mécomptes et les déboires auxquels ils s'exposent s'ils arrivent mal armés physiquement, moralement, pécuniairement pour la lutte âpre et cruelle qu'exige la conquête d'un pays neuf et vieux à la fois..

J.-P. L.

Chaine (J.), *Maître de Conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **La Cécidomyie du Buis,** *Monarthropalpus buxi* Lab. morphologie, biologie, dégats, traitement. — 1 *vol. in*-8° *de* 92 *pages avec* 26 *figures et* 3 *planches.* (*Extrait des Annales des Sciences Naturelles, Zool.*, 9e *série, t. XVII*). *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1913.

Le travail de M. Chaine est le résultat des observations de l'auteur, pendant trois années consécutives, sur des milliers d'individus de *Monarthropalpus buxi* Lab.; par suite, bien des faits nouveaux, tant au point de vue anatomique que biologique, sont relatés et certaines assertions erronées sont corrigées. De la description très complète de l'insecte aux différents stades, nous retiendrons principalement l'étude de la *spatule sternale*, organe spécial aux larves de Cécidomyies, dont le rôle est si discuté pour chaque espèce. Chez le *M. buxi*, ce serait tout simplement un organe de soutien qui permet à la larve de se maintenir en place à l'intérieur de sa mine. La physiologie et la biologie de la Cécidomyie du Buis sont données avec beaucoup de détails fort intéressants. Notons en particulier l'action bien étudiée de la sécheresse sur la larve et la nymphe. D'autre part, il paraît bien établi qu'il n'y a qu'une seule génération par an et presque tout l'hiver est passé à l'état larvaire à l'intérieur de la feuille de Buis. La ponte s'effectue en « perçant » la feuille dans laquelle se développera la larve et se produira la nymphose. Le *M. buxi* est spécialisé au *Buxus sempervirens*, dont une étude très complète de la cécidie et de ses résultats sur la vitalité de l'arbuste est donnée; mais l'insecte peut se développer, dans certains cas, sur d'autres espèces de Buis. Le moyen de lutte qui est recommandé par M. Chaine, à qui il a donné de bons résulats, consiste à empêcher la ponte, par poudrage des feuilles avec la fleur de soufre.

Aux nombreuses observations réunies dans ce travail, j'ajouterai que, dans certaines régions, les mésanges en particulier font aux larves et aux nymphes du *M. buxi* une guerre acharnée ; elles piquent les feuilles parasitées desquelles elles extraient leur proie (observations et échantillons transmis à la Station entomologique par M. J. Lanzeseur, de Rennes).

En résumé, M. Chaine donne au public une étude très détaillée sur un insecte nuisible aux Buis dans toute la France; il rend ainsi un grand service aux phytopathologistes qui n'avaient jusqu'à maintenant sur le *M. buxi* que la monographie de Laboulbène et quelques observations éparses. Il serait à souhaiter que chaque insecte nuisible soit l'objet d'un travail identique; ce qui faciliterait beaucoup l'étude des moyens de lutte à appliquer contre chacun d'entre eux.

P. Vayssière,
Chargé de mission à la Station entomologique de Paris.

Bechterew (W.), *Professeur à l'Académie Impériale de Saint-Pétersbourg.* — **La Psychologie objective.** — 1 *vol. in*-8° *de* 480 *pages, de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1914.

Dans l'ouvrage qu'il présente au public français, l'éminent professeur de Saint-Pétersbourg a voulu réaliser, non seulement un essai personnel, mais une mise au point des efforts qui ont été faits avant lui.

La psychologie qu'il étudie ressemble peu à ce qu'on a, jusqu'à présent, compris sous ce nom. Dans ses recherches, il n'y a pas place « pour les phénomènes subjectifs qu'on appelle généralement états de conscience ». La psychologie est la science de la vie neuropsychique, en général, et non pas seulement de ses manifestations conscientes. Par suite, le terme de psychique est employé, non pas dans le sens usuel, mais « en visant, à côté des phénomènes subjectifs, les processus cérébraux qui en forment la base ». L'ensemble des processus vitaux, ainsi compris, constitue le psychisme objectif, et la science de ces derniers, la Psychologie objective. « En fin de compte, tout acte neuro-psychique peut être réduit au schéma d'un réflexe, où l'excitation, atteignant l'écorce cérébrale, éveille les traces des réactions antérieures et trouve dans celle-ci le facteur qui détermine le processus de la décharge ». Et, par suite, la psychologie objective « doit se borner à reconnaître l'existence de certaines traces que les réactions neuropsychiques laissent dans le tissu nerveux du cerveau et l'association ultérieure de ces traces avec les impressions nouvelles ». Dans tous les cas où l'expérience antérieure de l'individu modifie le réflexe, il y a un psycho-réflexe, une réaction psychique.

Pour étudier l'activité neuro-psychique du point de vue objectif, il faut observer, et autant que possible enregistrer tous les mouvements et autres réactions de l'organisme en rapport avec les facteurs externes et les influences antérieures qui ont pu agir dans le cas

présent. Le tableau complet des réactions externes, opposées aux facteurs qui ont pu les provoquer, peut seul éclairer la nature et le sens de l'acte neuro-psychique.

L'auteur caractérise ensuite les processus neuro-psychiques qui se laissent réduire au schéma des réflexes et qui comprennent trois parties : réceptive, associative, réactive. Il en donne le schéma objectif, puis il étudie les impressions externes et leurs conditions anatomo-physiologiques, les impressions internes ou organiques. Sous le terme de réactions externes, il comprend tous les mouvements et autres manifestations de la vie individuelle qui sont accessibles à l'observation et constituent une réponse aux excitations de l'organisme; mais les réactions de l'organisme peuvent comprendre des variations internes : des processus sécrétoires, vaso-moteurs ou trophiques. Ces réactions internes se prolongent après la disparition de l'excitant, sous forme d'altérations affaiblies du système cardio-vasculaire, de la respiration ou des échanges nutritifs. Elles retentissent sur les processus neuro-psychiques sous forme de variations particulières qu'on appelle états affectifs.

L'auteur étudie ensuite longuement la corrélation des impressions avec les processus réactifs, la formation des traces cérébrales, la nature physiologique de celles-ci, la connexion des processus réactifs dans les centres cérébraux, l'ontogénèse et la phylogénèse des associations cérébrales, l'adaptation des processus réactifs aux impulsions externes.

Se développant selon le type du réflexe, l'activité neuro-psychique transparaît finalement au dehors sous forme d'un mouvement ou d'une réaction sécrétoire ou vaso-motrice. Du point de vue de l'adaptation biologique, on voit que le courant nerveux peut former un enchaînement rapide ou prolongé. Dans le premier cas, nous aurons des réflexes simples et des phénomènes d'automatisme, dans le second des réflexes associés et des réactions individuelles. M. Bechterew les étudie successivement. Puis, envisageant les réflexes instinctifs, il définit l'instinct « l'activité réflexe déterminée par les besoins organiques de l'individu ». L'instinct de nutrition, l'instinct sexuel, l'instinct maternel, l'instinct de conservation, l'instinct social, la localisation des instincts dans le système nerveux forment la matière d'un gros chapitre.

Passant aux réactions neuro-psychiques, le savant neurologue russe décrit celles qui résultent des traces laissées par les réactions précédentes, et, en second lieu, celles qui se produisent d'une manière indirecte par suite d'associations établies dans les centres cérébraux.

On goûtera particulièrement les chapitres consacrés aux réflexes mimiques. L'auteur comprend sous ce nom « les mouvements et autres réactions qui trahissent l'état émotionnel de l'organisme ». Il se livre à une critique serrée des études de Darwin en ce qui concerne l'origine biologique de la mimique. Il montre que l'utilité biologique de cette mimique doit être comprise dans un sens très large, « comme utilité pour l'espèce ».

Les réactions mimiques sont étroitement associées à un autre groupe de réactions, aux réflexes préparatoires ou de concentration nerveuse. Enfin, sous le nom de réflexes symboliques, M. Bechterew comprend « les réactions qui établissent des rapports conventionnels avec le monde ambiant, des rapports basés sur une association convenue ». Cette catégorie de réactions renferme la parole, les gestes et les mouvements de la pantomime.

L'ouvrage se termine par un chapitre consacré aux réflexes personnels, c'est-à-dire à ceux où une impulsion nouvelle entraîne la reviviscence des traces laissées par les réactions antérieures.

Dans ce traité touffu, il n'est, pour ainsi dire, pas de problème qui ne soit envisagé par l'auteur : libre arbitre, formes supérieures des réflexes personnels tels que dessin, peinture, sculpture, musique, y ont leur place, et une multitude de faits expérimentaux rehaussent l'intérêt de l'ouvrage. Mais il est douteux qu'un livre de psychologie qui ignore la conscience soit accueilli sans protestation de la plupart des philosophes. On reprochera à l'auteur une terminologie confuse, où l'attention est appelée « concentration nerveuse », où l'émotion, phénomène subjectif, est remplacée par le tonus affectif, tantôt positif, tantôt négatif, sans aucun profit pour personne. Il est indéniable que, sous l'influence des progrès de la psychologie comparée, la psychologie s'est rapprochée de la forme objective, mais il est permis de se demander si elle ne doit pas, sous cette forme, avoir le rang d'auxiliaire, et si, en dernière analyse, l'introspection ne demeure pas la pierre angulaire de nos connaissances en Psychologie.

Dr P. Sérieux,
Médecin des asiles d'aliénés de la Seine.

4° Sciences médicales

Rosenthal (Prof. Dr Werner). — **Tierische Immunität.** — *1 vol. in-8° de 329 pages avec 1 figure (Prix : 8 fr. 10.) F. Vieweg und Sohn, éditeurs. Braunschweig, 1914.*

Ce livre fait partie d'une importante collection de monographies, connue sous le nom de *Die Wissenschaft* (La Science). Dans l'esprit de l'auteur, il doit être à la portée des lecteurs les moins initiés, tout en instruisant les étudiants et les médecins. D'où son caractère à la fois élémentaire et assez documentaire. Nul n'ignore que la science de l'immunité est de date récente; des faits bien établis sont encore mêlés d'observations insuffisamment étudiées, le tout étant enveloppé d'hypothèses et de théories plus ou moins heureuses. Pour faire de l'éclectisme rationnel en immunité, il faut posséder un esprit critique très sûr; il faut surtout avoir vécu les grands problèmes de l'immunité. C'est à cette condition seulement que l'on arrive à assigner, sans trop se tromper, aux faits et aux idées la place qu'ils méritent.

La tâche de l'auteur est d'autant plus délicate qu'il s'en tient surtout aux conceptions générales, obligé qu'il est, le plus souvent, de glisser sur les faits. A défaut de ce contrôle expérimental, il ne reste au lecteur qu'à suivre aveuglément l'auteur et épouser sa manière de voir. C'est là l'écueil d'un exposé forcément réduit; cet écueil est aggravé, chez l'auteur, du fait qu'il s'est surtout documenté dans les ouvrages allemands et a laissé dans l'ombre les travaux français.

Le livre de W. Rosenthal n'en est pas moins fort instructif. Il possède des qualités incontestables; il est surtout très clair et cherche à être impartial. Ses 31 chapitres embrassent à peu près tous les côtés de l'immunité naturelle et artificielle. Les précipitines, les cytotoxines, les bactériolysines sont étudiées avec détails. Il en est de même de la phagocytose et des phénomènes d'hypersensibilité. Par contre, le chapitre relatif aux agressines est trop long et en disproportion avec la brièveté des chapitres consacrés à l'immunité active et passive.

Ce livre donnera satisfaction au lecteur qui cherche à se mettre au courant de différents aspects de l'immunité; il satisfera moins, peut-être, le chercheur des nuances, celui qui s'efforce d'établir le degré de certitude ou de probabilité des faits et des interprétations. C'est que l'exposé manque un peu de relief; des faits d'importance inégale sont souvent mis sur le même plan. Nous devons cependant ajouter que la clarté et la simplicité de l'exposé rachètent largement toutes ses imperfections.

Dr A. Besredka,
Professeur à l'Institut Pasteur.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Mai 1914.

M. J. **Loeb** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Ballif** : Sur les surfaces engendrées de deux manières différentes par le mouvement d'une courbe indéformable. — M. W. **de Tannenberg** : Sur une équation fonctionnelle et les courbes à torsion constante. — M. T.-H. **Gronwall** : Sur la série de Laplace. — M. L. **Fabry** indique deux méthodes permettant de donner des positions des petites planètes suffisamment exactes pour retrouver et reconnaître ces astres sans difficulté à chaque opposition. — MM. A. **Schaumasse** et P. **Chofardet** communiquent leurs observations de la nouvelle comète Zlatinsky (1914 *b*), faites respectivement aux Observatoires de Nice et de Besançon. — M. L. **Bouchet** a étudié les très petites déformations du caoutchouc. Pour un cycle parcouru avec arrêts, il y a proportionnalité entre les déformations et les charges avec de faibles écarts; pour un cycle parcouru sans arrêt, les déformations croissent, au contraire, plus vite que les charges; en outre, il n'y a pas superposition des effets à l'aller et au retour.

2° Sciences physiques. — M. A. **Baldit** signale un cas de foudre globulaire observé le 30 avril à Saint-Georges d'Aurac, dans les circonstances suivantes : il pleuvait; une décharge électrique diffusée sur un certain espace a précédé l'éclair en boule; le globe de feu était légèrement ovale et il parut près du sol; il s'est montré à peu de distance de masses métalliques importantes et de forme particulière. — MM. R.-W. **Wood** et L. **Dunoyer** ont constaté que le rayonnement de résonance de la vapeur de sodium excité par la radiation D_2 seule ne contient aussi que cette radiation. On peut donc obtenir de la vapeur de sodium lumineuse qui n'émet qu'une seule des raies D. — M. A. **Blanc** montre que l'oxydation du phosphore est accompagnée de l'émission d'un rayonnement ionisant très peu pénétrant, voisin des rayons γ des corps radioactifs. — M. M. **de Broglie** a utilisé les radiations secondaires émises hors des tubes à rayons Roentgen par les corps illuminés par ces rayons pour obtenir le spectre des rayonnements ainsi émis. — MM. Ch. **Fabry** et H. **Buisson** décrivent un dispositif de laboratoire très simple permettant de vérifier expérimentalement et de mesurer le phénomène de Doppler-Fizeau. — M. R. **Swyngedauw** communique ses recherches sur le contrôle de l'isolement d'un réseau triphasé à point neutre isolé. Il retrouve les lois énoncées par M. Leprince-Ringuet et les complète sur certains points. — M. J. **Roux** a étudié certains phénomènes dans les liquides ou les solutions au moyen d'une balance hydrostatique avec flotteur en quartz plongeant dans le liquide. Les variations de densité ainsi mises en évidence ont permis de trouver les points invariants de la courbe de solubilité, le point de neutralisation d'un acide par une base. — M. E. **Berger** a constaté que l'oxydation du cuivre par l'oxygène sec se poursuit à toute température au moins jusqu'à 15°. La vitesse triple sensiblement par intervalles de 10°. Elle semble liée directement à la pression de la couche gazeuse condensée à la surface du métal. — M. G. **Courtois** a préparé à l'état de pureté et cristallisés les sels organiques uraniques de la série grasse. Tous, sauf le formiate, contiennent 2 mol. d'eau et forment un groupe très homogène; ils peuvent facilement être déshydratés pour donner le sel anhydre correspondant. Ils sont solubles dans l'eau et leurs solutions saturées se décomposent sous l'action de la lumière solaire. — MM. P. **Lebeau** et M. **Picon** ont reconnu que le sodammonium produit l'hydrogénation du naphtalène en donnant avec un rendement de 9/10 le tétrahydrure $C^{10}H^{12}$ 1:2:3:4, Eb. 208°. — M. F. **Wallerant** a constaté l'existence de certaines transformations polymorphiques sur l'acide malonique, le camphre monochloré, le cinnamate de benzyle, la benzaldoxime, la p-tolylphénylcétone et le trinitrométacrésol. — MM. H. **Fonzes-Diacon** et **Fabre** ont reconnu, par la méthode colorimétrique de Bertrand et Agulhon, la présence de bore dans les eaux minérales des groupes de Vichy et de Royat. La teneur en bore semble s'élever avec la thermalité dans ces diverses sources. — M. Ch.-A. **Rolland** a déterminé la constitution chimique de la bile vésiculaire des Bovidés et de sa partie lipoïde. — M. W. **Kopaczewski** a retiré de la scille une substance toxique $C^{17}H^{28}O^6$, F. 152-154°, qui constitue un glucoside non azoté, que l'auteur nomme scyllitine. — M. G. **André** a constaté que le rameau de l'année, chez le châtaignier commun, s'enrichit continuellement en azote et substances fixes; sauf pour l'acide phosphorique, les feuilles accumulent sans arrêt les matières nutritives indispensables.

3° Sciences naturelles. — MM. V. **Henri** et V. **Moycho** ont étudié l'action des rayons ultra-violets monochromatiques sur les tissus de l'oreille du lapin. Ils en déduisent une mesure de la quantité d'énergie nécessaire pour la production du coup de soleil; elle serait de $0{,}16.10^7$ ergs/cm²min en une minute à 3.000 mètres d'altitude. — MM. R. **Bayeux** et P. **Chevallier** ont reconnu que la différence entre les indices réfractométriques du sang artériel et du sang veineux est plus élevée au mont Blanc qu'aux altitudes inférieures; il se produit donc une concentration du sérum sanguin par le passage aux hautes altitudes. — M. J. **Tissot**, en comparant le mécanisme des divers modes d'inactivation des sérums par la chaleur, est arrivé à la conclusion que l'alexine ou complément est constituée par l'union de deux complexes, l'un formé par les savons de soude du sérum unis à la globuline (portion médiane du complément), l'autre par les savons de cholestérine unis à l'albumine (portion terminale du complément). — Le Prince **Albert de Monaco** communique les résultats de la troisième campagne de l'*Hirondelle II* dans l'océan Atlantique, spécialement au voisinage de l'Amérique du Nord. Il confirme le fait que certains organismes, notamment les poissons, qu'on ne trouve le jour qu'à partir de 1.000 mètres de profondeur, remontent la nuit jusqu'à 200 mètres. — M. R. **Dollfus** a découvert un nouvel Eucopépode parasite de l'intestin des Troques, qu'il nomme *Trochicola enterica*. On ne rencontre jamais qu'un seul individu femelle par Troque parasité. — M. M. **Herlant** montre que l'activation produite par un acide gras sur l'œuf d'oursin comporte l'évolution complète d'au moins deux cycles successifs d'irradiations, développées autour du pronucléus femelle par l'activité rythmique de son centrosome. L'action essentielle qu'il faut demander à la solution hypertonique chez l'oursin, c'est la formation d'un nombre restreint d'asters accessoires (1 à 3). — MM. M. **Gignoux** et P. **Combaz** ont reconnu que les étapes successives du retrait du glacier rhodanien dans la région de Belley sont marquées par les stades Virieu-Rossillon, Brens-Belley et Charbonod. Ce sont de simples stationnements et non des récurrences. — M. L. **Cayeux** signale la présence de nom-

breuses traces d'Algues perforantes dans les minerais de fer oolithique de France. Elles auraient été communes dans tous les depôts calcaires, mais auraient disparu dans les calcaires non minéralisés.

Séance du 2 Juin 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **P.-J. Browne** : Sur une formule directe pour la solution d'une équation intégrale d'Abel. — M. **G. Armellini** : Le problème des deux corps de masses variables. — M. **G. Meslin** montre que, si la vitesse de rotation solaire diminue d'un quart de sa valeur de l'équateur à la latitude de 45°, il doit y avoir une variation dans l'inclinaison des raies spectrales dans le même rapport; cette variation serait suffisante pour expliquer les apparences de pivotement observées par Cornu. — M. **J. Guillaume** présente ses observations de l'occultation de la planète Mars du 30 mai 1915, puis de la comète Zlatinsky (1914 *b*), faites à l'Observatoire de Lyon. — M. **L.-E. Bertin** étudie l'instabilité dont les paquebots sont menacés à la suite d'un abordage et montre que le seul moyen de résister à l'envahissement réside dans l'établissement d'une cloison horizontale étanche. — M. **Considère** étudie les propriétés du béton étiré. Il montre que la longueur à laquelle le béton étiré doit revenir avant d'offrir une résistance sérieuse à la pression est bien inférieure à la longueur que lui a donnée l'étirage. Il est impossible de déterminer les valeurs des efforts que le retrait développe dans les voûtes pendant leur séjour sur cintre et, *a fortiori*, de les calculer par une formule simple basée sur l'hypothèse d'un coefficient d'élasticité invariable.

2° Sciences physiques. — M. **A. Boutaric** montre que, pour des journées voisines, la valeur de la constante solaire varie en sens inverse de la polarisation de la lumière diffusée par le ciel. Il faut donc accueillir avec prudence les déterminations de constante solaire obtenues par les seules méthodes pyrhéliométriques. — MM. **L. Bouthillon** et **L. Drouët** ont reconnu que la théorie qui explique le son produit par le téléphone uniquement par des vibrations transversales d'ensemble de la membrane s'accorde bien avec les résultats de l'expérience. — M. **G. Gouré de Villemontée** poursuit l'étude de la propagation de l'électricité à travers l'huile de paraffine. Il étudie le développement de la charge des armatures et l'influence de l'épaisseur du diélectrique. — M. **G.-A. Dima** a déterminé les vitesses initiales des électrons photo-électriques pour Sn, Zn, Al et le magnalium. Elles augmentent avec la fréquence de la lumière et sont d'autant plus grandes que le métal est plus électro-positif. — M. **G. Chavanne** et Mlle **J. Vos** ont préparé les deux isomères éthyléniques du biiodure d'acétylène : F. 72° et F. — 13°,8. Le premier est l'isomère trans, le second l'isomère cis. Le mélange en équilibre à 42°,8 contient 52,5 °/₀ d'isomère trans. — M. **H. Wohlgemuth**, par fixation des hydracides sur la γ-valérolactone, a obtenu les trois acides *n*-valériques γ-halogénés. L'halogène est beaucoup moins actif dans les éthers halogénés en position γ qu'en α ou β; cette passivité relative semble devoir être attribuée à un empêchement stérique. — M. **M. Tiffeneau** a observé la migration d'un méthoxyle au cours du dédoublement d'un hydrate d'ammonium quaternaire par la méthode d'Hofmann. — MM. **Ph. Barbier** et **R. Locquin** montrent qu'il y a identité absolue entre le 2 : 6-diméthyloctanol-6 synthétique et le tétrahydro-*i*-linalol; par conséquent la formule qu'on doit attribuer au linalol est celle qu'ont proposée MM. Tiemann et Semmler. — M. **R. Fosse** décrit la technique de l'analyse quantitative gravimétrique de l'urée dans l'urine par le moyen du xanthydrol. — M. **E. Fleurent** estime que la diminution du gluten des blés français provient de l'adoption de plus en plus grande des variétés à haut rendement, et non du développement des procédés de mouture moderne. — M. et Mme **Chauchard** ont constaté que l'amylase du suc pancréatique est attaquée par les rayons ultra-violets de $\lambda < 2800$; la lipase est déjà détruite par les rayons de $\lambda = 3300$. Il n'existe pas de proportionnalité entre l'absorption des rayons ultra-violets par le suc pancréatique et l'action sur la lipase et l'amylase. — M. **P. Thomas** a reconnu que la poudre de cérévisine (protéide de la levure de bière) possède un pouvoir sucrasique après contact avec l'eau. Cette sucrase paraît se former aux dépens de la molécule de l'albumine ou d'une de ses parties sous l'influence de l'eau.

3° Sciences naturelles. — M. et Mme **L. Lapicque** et M. **R. Legendre**, en réponse aux critiques de M. Nageotte, maintiennent la réalité des altérations de la gaine de myéline produites par divers poisons nerveux et les changements d'excitabilité des nerfs parallèles à ces altérations de structure. — MM. **C. Levaditi** et **A. Marie** montrent que le Tréponème de la paralysie générale diffère, au point de vue biologique, du *Spirochaeta pallida* de la syphilis cutanée et muqueuse. C'est une variété à part, neurotrope, de ce dernier. — M. **E.-L. Bouvier** a reconnu que tous les *Ooperipatus* ne sont pas ovipares. Il a découvert, en effet, dans une collection d'Onychophores australiens, une espèce nouvelle manifestement vivipare, encore que ses femelles possèdent une saillie génitale tout à fait identique à l'oviscapte des Oopériptates normaux. Il la nomme *Oo. paradoxus*. — M. **J. Giraud** communique de nouvelles observations sur les roches éruptives du Sud et de l'Ouest de Madagascar. — M. **J. Deprat** a étudié les accidents tectoniques et les zones de la basse Rivière Noire (Tonkin). Il distingue dans cette région deux groupes d'accidents successifs : d'abord la formation de nappes, puis le reploiement en plis, souvent très serrés, de ces nappes sur elles-mêmes.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Juin 1914.

MM. **L. Fredericq** et **W. Osler** sont élus Associés étrangers de l'Académie.

MM. **P. Marie** et **A. Léri** ont observé, dans trois cas d'hémorragie cérébrale, une teinte nettement verdâtre et plus ou moins fluorescente du sérum, aussitôt ce sérum exsudé. Cette coloration anormale peut être employée au diagnostic des hémorragies cérébrales. — M. **E. Kirmisson** signale deux cas de tétanos mortel inoculé par le feutre employé dans le redressement de la scoliose par la méthode d'Abbott. L'examen bactériologique de ce feutre y a, en effet, révélé la présence de germes tétaniques. La méthode d'Abbott, en elle-même, ne saurait être incriminée, mais il est de toute nécessité de stériliser préalablement le feutre employé. — M. **P. Teissier** ont observé cinq cas de péritonites suppurées mortelles chez des scarlatineux. — M. **A. Souques** signale un cas de paralysie durable des membres par ingestion prolongée de colchicine. L'administration de la colchicine doit être étroitement surveillée par le médecin et suspendue dès que la diarrhée apparaît. — M. **A. Jousset** montre que le principe actif de la tuberculine est constitué par des corps profondément dégradés, à molécule extrêmement réduite, analogue aux résidus de la digestion des substances protéiques. Cette structure permet de prévoir la médiocrité de ses aptitudes vaccinales.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Mai 1914.

MM. **L. Le Sourd** et **Ph. Pagniez** ont constaté que les hypotendus ont, en général, un chiffre élevé de plaquettes sanguines, et inversement les hypertendus un chiffre bas. — MM. **E. Aubel** et **H. Colin** ont reconnu qu'un grand nombre de ferments ammoniacaux sont contrariés dans leur action spécifique sur les matières organiques azotées par la présence d'hydrates de carbone assimilables. — MM. **Cluzet** et

Petzetakis ont observé que le ralentissement du cœur sous l'influence de la compression oculaire chez le lapin est beaucoup plus accusé que chez l'homme et le chien, mais ce ralentissement ne s'accompagne pas, comme chez le chien, de dissociation auriculo-ventriculaire. — M. **L. Roule** montre que l'une des conditions biologiques de la migration de montée du saumon réside dans la recherche par les individus d'un milieu extérieur de plus en plus riche en oxygène dissous. — M. **P. Girard** communique des résultats expérimentaux qui schématisent exactement le mécanisme électrostatique de l'hémiperméabilité des globules rouges aux ions. — MM. **J.-E. Abelous** et **C. Soula** ont reconnu que l'injection d'urohypotensine détermine des altérations du cerveau caractérisées par la dégénérescence et par la mort d'un plus ou moins grand nombre d'éléments cellulaires. Le pouvoir protéolytique spécifique du sérum est le témoin de cette dégénérescence. — M. **D.-M. Bertrand** a eu l'occasion d'injecter les virus-vaccins sensibilisés antistaphylococciques chez trois diabétiques atteints d'anthrax. En observant une grande prudence dans les doses, afin d'éviter une réaction locale ou même générale dangereuse, la guérison fut complète après quelques injections. — M. **M. de Kervily** a constaté que le cartilage de la trachée chez l'homme contient des éléments élastiques, même chez le fœtus et chez l'enfant. — M. **L. Camus** présente un dispositif pour la manipulation des produits hygrométriques ou dangereux pour la respiration. — M. **G. Froin** montre que la transformation sphérique des hématies et la lésion du stroma qui accompagnent l'action de la chaleur ne relèvent pas directement de l'influence thermique, mais bien de l'action des corps du complexe globulaire. — M. **L.-G. Seurat** signale un cas d'endotokie matricide chez l'*Oxyurus spinicauda*, parasite du rectum du gecko d'Oudri. Le nombre des œufs augmente dans les utérus en les distendant fortement jusqu'à occuper presque toute la cavité générale, refoulant et comprimant tous les autres organes : ce processus aboutit finalement à la mort de la femelle. — MM. **L. Chelle** et **P. Mauriac** ont observé une transformation du glucose en acide lactique dans l'autoglycolyse du sang. — M. **L. Blaringhem** montre qu'un pollen étranger, un pollen offrant une grande parenté, un pollen appartenant à l'espèce mais inactif le plus souvent à cause de la rigueur du climat, ou même une piqûre d'insecte sont capables de produire à distance et en quelques heures (tabac, glycine) une réaction modifiant l'évolution habituelle des tissus de la plante maternelle. — MM. **André-Thomas** et **J.-Ch. Roux** ont observé certains troubles de l'appareil circulatoire provoqués parfois chez l'homme par l'irritation du système sympathique abdominal; ils montrent l'existence d'un réflexe coeliaque hypotenseur.

Séance du 30 Mai 1914.

M. **E. Renaux** décrit une modification de la technique du séro-diagnostic de la tuberculose par le procédé de Besredka qui permet d'éviter la confusion avec la syphilis. — M. **Ed. Retterer** a constaté que l'urètre pelvien du chat mâle et femelle comprend : 1° un segment proximal, entouré d'une musculature lisse et dérivant du canal vésico-allantoïdien; 2° un segment distal provenant du sinus uro-génital et muni d'une musculature striée. Canal unique chez le mâle, ce segment distal se dédouble chez la femelle en : 1° un canal ventral prolongeant l'urètre vésico-allantoïdien; 2° un canal dorsal ou vagin. — M. **J. Nageotte** a découvert dans la peau du têtard de grenouille une lame protoplasmique sous-épithéliale qui affecte les rapports les plus étroits avec la membrane basale et qui recouvre le corps de l'animal entier. Ce syncytium est parsemé de noyaux et parcouru par un gigantesque réseau intraprotoplasmique. — M. **E. Socor** a observé que la température des animaux tuberculeux au repos dans un milieu humide ventilé passe de 38°,2 à 41°,5 en moyenne. L'élimination de CO^2 et la perte de poids des animaux tuberculeux augmentent en milieu humide ventilé; ce milieu accélère l'évolution de la tuberculose. — M. **G. Froin** a étudié le phénomène de la globuloclasie ou fragmentation des hématies en granules sous l'action de la chaleur. NaCl entrave puissamment la globuloclasie. — MM. **J. Camus** et **G. Roussy** montrent que les lésions du cerveau qui provoquent la polyurie chez le chien se localisent à la base du cerveau, dans la région opto-pédonculaire.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 19 Mai 1914.

M. **E. Pringault** montre que l'infection naturelle des chauves-souris par le *Trypanosoma vespertilionis* se fait par l'intermédiaire de la punaise *Cimex pipistrelli*. Le *Trypanosama vespertilionis* n'est pas pathogène pour les animaux de laboratoire. — M. **A.** et **L. Joleaud** décrivent sous le nom de *Scalpellum Aveniomense* un nouveau Cirrhipède pédonculé fossile dont ils ont trouvé les restes dans les argiles grises du Schlier de la vallée du Rhône. — M. **J. Cotte**, étudiant le rôle du pigment cutané du nègre, revient entièrement à la théorie classique : la peau pigmentée possède le rôle d'un écran protecteur. Elle ne semble pas avoir pour mission de permettre une absorption plus grande de calories par les organismes, mais au contraire de prévenir une absorption d'énergie qui pourrait devenir funeste.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 19 Mai 1914.

M. **H. Busquet** a observé que, chez le chien chloralosé, les excitations cutanées du membre inférieur et la succussion produisent une élévation de la pression veineuse fémorale en même temps qu'une chute de la pression artérielle. Il s'agit là d'un nouveau réflexe vaso-dilatateur. — M. **R. Collin** montre que les amas de granulations qu'on rencontre dans les espaces de Robin-Virchow ne sont pas le simple résultat d'une coagulation d'albuminoïdes, mais représentent la substance excrétée par les cellules périthéliales, qui sert à la nourriture des cellules névrogliques. — MM. **Morlot** et **Zuber** ont pratiqué l'autopsie dans deux cas d'intoxication mercurielle aiguë. Les effets nocifs sont dus à la causticité très grande du mercure vis-à-vis des tissus auxquels il est amené par le sang et aux altérations de celui-ci. — M. **P. Jeandelize** décrit une modification du synoscope de Terrien permettant de combattre l'amblyopie ex anopsia. — M. **Ph. Lasseur** montre que le choix judicieux d'un solvant peut permettre l'utilisation des différences de vitesses d'ascension capillaire et par suite la séparation rapide des constituants d'un mélange de corps colorés microbiens. — M. **Ch. Fairise** a observé une grosse tumeur de la surrénale chez un Bovidé, compatible avec un état de santé parfait.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE LILLE

Séance du 9 Mai 1914.

M. **A. Dubus** présente un séparateur double pour la détermination oscillométrique de la pression artérielle par les méthodes de Pachon et de Riva-Rocci. — M. **E. Gérard** a analysé la substance crétacée tuberculeuse de ganglion médiastinal et la substance caséeuse du poumon chez le bœuf. Ces analyses démontrent que, chez le tuberculeux, il y a déperdition de chaux et de magnésie aux dépens du tissu osseux, et perte de cholestérine par sédimentation. — M. **E. Doumer** a constaté que les colloïdes organiques (gélatine), soumis à l'action du courant électrique, subissent au pôle négatif une véritable déshydratation. — MM. **E. Duhot** et **L. Boez** signalent l'association du méningocoque au

colibacille au cours d'une méningite cérébro-spinale.— M. E Duhot a observé, dans l'expectoration des tuberculeux pulmonaires, la présence constante de microbes associés, dont les principaux sont le staphylocoque, l'entérocoque, le streptocoque, le tétragène. L'action de l'infection par ces microbes sur la tuberculose du cobaye n'a pas été sensible. — MM. E. Doumer et R. Limozin montrent qu'on peut oxyder le soufre neutre des urines par électrolyse à froid ou à chaud sans addition. — M. E. Laguesse a étudié le tissu conjonctif du cordon ombilical de la Torpille. — M. Desoil a observé un cas d'éosinophilie à 4 1/2 °/₀ au cours d'une échinococcose secondaire du péritoine et un cas d'éosinophilie à 9 °/₀ au cours d'un kyste hydatique primitif du foie. — MM. A. Malaquin et A. Moitié ont observé 17 espèces d'Hyménoptères s'attaquant à l'*Aphis evonymi* (puceron noir de la betterave). Parmi elles, les *Trioxys auctus* et *Aphidius crepidis* semblent pouvoir être employés avec succès pour lutter contre ce parasite. — MM. Ch. Dubois et Ed. Duvillier signalent une glycosurie rapide à la suite de l'injection intraveineuse de solutions hypertoniques de saccharose.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 22 Mai 1914.

M. André Brochet a montré dans une précédente communication que l'on pouvait effectuer l'hydrogénation des liquides au moyen des métaux communs sans avoir recours à des températures ou à des pressions élevées. On peut faire la même remarque en ce qui concerne les réductions. Sous pression, les dérivés nitrés: nitrobenzène, nitrotoluène, nitronaphtalène, nitraniline, nitrophénol, dinitrobenzène, etc., sont facilement réduits en donnant l'amine correspondante. La réduction du nitrobenzène commence au-dessous de 100°. La réduction s'applique de même aux dérivés azoxyques, azoïques et hydrazoïques qui sont également transformés en amines, mais avec coupure de la molécule. L'addition d'une petite quantité d'alcali modifie complètement le sens de la réaction et, en partant des dérivés nitrés, on obtient successivement les dérivés azoxyques, azoïques et hydrazoïques. L'hydrogénation du phénol et la réduction du nitrobenzène peuvent donc être effectuées sous la pression atmosphérique. Mais l'action est trop lente pour être pratique ; par contre, l'hydrogénation des corps à fonctions éthyléniques aliphatiques peut, d'une façon générale, se poursuivre sous la pression atmosphérique, soit à la température ordinaire, soit en chauffant vers 60 80°. En résumé, ces recherches permettent de tirer les conclusions suivantes : 1° l'action catalytique des hautes pressions, si elle est à prendre en considération dans certains cas, est discutable d'une façon générale en ce qui concerne l'hydrogénation des liquides ; 2° l'application de la théorie physique de la catalyse à l'hydrogénation des liquides, critiquée par M. Sabatier, en ce qui concerne le palladium et le platine, devient tout à fait impossible dans le cas du nickel ; 3° la théorie chimique de la catalyse basée sur la formation des hydrures est également devenue difficile à appliquer au cas de l'hydrogénation des liquides au moyen du nickel. — M. J. B. Senderens, à la suite de la communication de M. Brochet, fait observer que, dans son laboratoire, on emploie avec avantage, pour les hydrogénations catalytiques par voie humide, un oxyde de nickel très léger qui se maintient facilement en suspension dans le liquide, de sorte qu'au lieu d'une agitation énergique, il suffit de renouveler par quelques secousses la surface en contact avec l'hydrogène. — M. G. Darzens a également entrepris depuis plus d'un an des recherches sur l'hydrogénation catalytique sous pression. Ces expériences ont surtout porté sur des corps qui ne semblent pas d'une hydrogénation facile et, plus particulièrement, sur des dérivés pyridiques et quinoléiques. Afin de prendre date, il communique les résultats suivants : A la pression ordinaire et jusqu'à des pressions de 75 atmosphères, les bases quinoléiques donnent abondamment des bases tétrahydrogénées, alors qu'il ne se forme que des traces de bases décahydrogénées ; ce n'est qu'au-dessus de 100 atmosphères que ces dernières apparaissent en quantité notable. Il semble donc, contrairement aux observations de M. Brochet, qui ne s'est adressé qu'à des corps d'hydrogénation facile, que la pression peut avoir une influence sélective sur le résultat de la réaction. Par contre, les températures optima de réduction, toujours comprises entre 140° et 180°, semblent peu modifiées par de grandes variations de pression. Des observations semblables ont d'ailleurs été faites pour des corps polyéthyléniques qui, suivant la pression, s'hydrogènent partiellement ou totalement, de telle sorte qu'il est possible de régler le degré d'hydrogénation par la pression où s'opère la réaction. M. Darzens fait enfin remarquer que la loi d'action de masse permet de prévoir l'influence de la pression sur les hydrogénations catalytiques. Toutes les hydrogénations qui s'accompagnent d'une diminution du nombre des molécules doivent être favorisées par une augmentation de pression. — M. P. Clausmann présente au nom de M. A. Gautier et au sien les résultats des dosages de fluor effectués sur les eaux douces (eaux de fleuves, de rivières, de glaciers, de sources et de lac). De la considération des résultats obtenus, il ressort que : 1° dans les eaux analysées, la quantité de fluor ne dépasse pas 0 mgr. 600 par litre ; 2° les eaux provenant de terrains calcaires sont moins riches en fluor que celles fournies par les terrains primitifs ; 3° les eaux sortant de terrains primitifs, et par conséquent riches en fluor à leur source, s'en appauvrissent d'autant plus qu'elles traversent ensuite sur une plus grande étendue les terrains calcaires. — M. Georges Tanret a isolé des graines du *Galega officinalis* (légumineuse) un alcaloïde auquel il donne le nom de *galégine*. Celle-ci a été obtenue cristallisée et répond à la formule $C^6H^{13}Az^3$. C'est une base monovalente, donnant des sels cristallisés : sulfate, chlorhydrate, nitrate, bicarbonate, etc. Des recherches entreprises sur sa constitution il résulte qu'on peut envisager la galégine comme dérivant de l'union d'une molécule de méthyl-3-pyrrolidine et d'une molécule d'urée ou de guanidine, avec élimination d'une molécule d'eau dans le premier cas ou d'ammoniaque dans le second. — MM. Demesse et Reaubourg ont étudié une huile riche en soufre (12 °/₀) extraite des schistes de Saint-Champ, arrondissement de Belley (Ain). Ils donnent l'analyse élémentaire, le fractionnement à la distillation ; ils pensent pouvoir préciser sa constitution et en préparer un certain nombre de dérivés. — MM. G. Bertrand et R. Sazerac : *De l'action favorable exercée par le manganèse sur la fermentation acétique.*

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Avril 1914.

Sciences physiques. — M. A. Fowler : *Les lignes de séries dans les spectres d'étincelles* (Bakerian Lecture). L'auteur a continué des recherches sur les lignes nouvelles ($\lambda = 4.686$, etc.) produites en 1912 en faisant passer de fortes décharges dans les tubes à hélium contenant une trace d'hydrogène comme impureté. Ces lignes, attribuées d'abord par Rydberg à l'H, ont pris une très grande importance dans les théories de Bohr sur la constitution de l'atome. Pour lui, elles sont produites pendant les premiers stades de la reconstitution des atomes d'hélium, d'où les deux électrons ont été enlevés par les fortes décharges employées. Certaines particularités de la série 4686 ont conduit à rechercher d'autres séries analogues. Des expériences sur le Mg ont fourni plusieurs nouvelles lignes élargies (d'étincelle), et d'autres observateurs en ont signalé

également pour Ca, Sr et Ba. Leur étude conduit aux conclusions suivantes : 1° les lignes renforcées (d'étincelle) forment des séries qui se présentent en groupes semblables à ceux des spectres d'arc. Toutefois, les formules représentant ces lignes diffèrent de celles employées pour les lignes d'arc en ce que la constante de Rydberg N (= 109,675 pour l'échelle de Rowland) prend la valeur 4 N ; 2° la série fondamentale, dans le cas des lignes renforcées, dérive sa limite et la séparation de ses composants d'un terme négatif observé de la série diffuse. La ligne d'étincelle bien connue du Mg est le premier membre d'une telle série fondamentale, associé avec un système de doublets nouvellement découverts ; 3° on n'a pu établir de relations numériques entre la série des lignes renforcées et les séries de lignes d'arc du même élément ; 4° la série 4.686 produite dans les tubes à hélium est du type des lignes renforcées (4 N) et ne peut être considérée comme appartenant au même groupe que les séries de Balmer des lignes de l'hydrogène, qui sont du type d'arc (N). La série 4686 et les lignes de Pickering associées sont très probablement dues à l'hélium, comme l'a indiqué Bohr, et doivent être appelées lignes du protohélium, d'accord avec la nomenclature de Lockyer ; 5° l'analogie avec la série 4481 du Mg suggère que la série 4686 du protohélium est du type fondamental. Les lignes de Pickering sont représentées dans le Mg par une série de combinaisons qui dérivent de la série fondamentale ; 6° les formules théoriques de Bohr pour H et He concordent bien avec les faits observés. Si l'on adopte ces formules, la masse de l'atome d'H est de 1836 ± 12 par rapport à la masse de l'électron.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Mai 1914.

MM. **T. Barratt** et **A. B. Wood**, en chauffant le dépôt actif du thorium à des températures déterminées jusqu'à 1.250°, ont constaté que B et C commencent chacun à se volatiliser à 750° C., mais que la volatilisation n'est complète qu'à 1.200°. Les mesures étaient faites avec un électroscope à rayons α. Quand on mesure la radiation β, C n'est volatil qu'à partir de 900° ; D commence à se volatiliser à 500°. Pour expliquer ces résultats, il faudrait admettre que la partie de C qui produit les rayons β est un produit séparé, moins volatil que C_2. — MM. **H. P. Walmsley** et **W. Makower** ont constaté que la trajectoire d'une particule α projetée tangentiellement à une plaque photographique est visible au microscope après développement. La dispersion des particules α peut être également enregistrée par la pellicule photographique. — M. **S. Butterworth** développe la théorie du galvanomètre à vibration et montre comment ses constantes peuvent être déterminées par des méthodes qui nécessitent la mesure d'une seule déviation. Les autres mesures sont faites avec un pont à courant alternatif et les résultats obtenus sont pratiquement indépendants de la forme d'onde de la source. Le principe de la méthode dépend du fait qu'un galvanomètre à vibration se comporte comme une combinaison en parallèle d'une conductance, d'une capacité et d'une inductance, en série avec une résistance. L'auteur montre comment s'équilibre une telle combinaison. — MM. **C. W. S. Crawley** et **S. W. J. Smith** montrent diverses expériences qu'on peut exécuter avec une lampe à incandescence.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Séance du 5 Mars 1914.

M. **E.-A. Lewis** présente une forme peu coûteuse de cathode et d'anode rotatives pour l'analyse électrolytique rapide. La cathode est un gros fil de cuivre, l'anode un bâton de verre recourbé sur lequel on enroule un mince fil de platine.

SECTION CANADIENNE

Séance du 29 Janvier 1914.

M. **J.-F. Shell** étudie l'*industrie des produits du suc d'érable* au Canada. Au moyen de ce suc, retiré de l'*Acer saccharum*, on prépare surtout du sirop et du sucre d'érable. L'auteur indique les types adoptés pour ces deux produits, les adultérations possibles, les moyens de les déceler ; il est en particulier l'auteur d'une méthode de recherche des adultérations par la détermination de la conductibilité électrique du sirop mélangé de deux fois son volume d'eau.

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Avril 1914.

M. **F.-M. Perkin** expose l'*industrie des sous-produits de la tourbe*. Pour retirer ces derniers, il est nécessaire de détruire la structure cellulaire de la tourbe, ce qu'on obtient le plus facilement au moyen de machines qui la réduisent en pulpe. La tourbe ainsi préparée se dessèche plus facilement et peut être mise en briquettes qui sont soumises à la carbonisation dans des fours spéciaux. On obtient d'une part un coke qui peut servir en métallurgie ou au chauffage, d'autre part les produits de distillation suivants : gaz (de bonne valeur calorifique), huiles (contenant de la cire de paraffine), phénols, ammoniaque et autres bases, alcool méthylique, acétone, acide acétique. — M. **R. Gaunt** a déterminé *la viscosité des solutions de caoutchouc* (*Hevea* de plantation, Para, *Castilloa*, *Funtumia*, Ceara) dans divers solvants : benzène, éther, pétrole, toluène, xylène commercial, chloroforme. L'éther donne les solutions de moindre viscosité, tandis que le benzène et le chloroforme donnent les solutions de plus grande viscosité. Dans un même solvant, le benzène, le Para fin et le *Castilloa* ont à peu près la même et la plus grande viscosité ; ensuite viennent le *Funtumia* et le caoutchouc de plantation. Les solutions de caoutchouc diminuent de viscosité avec le temps, ce qui est dû à l'oxydation par l'air. La chaleur seule, en l'absence de l'air, diminue également la viscosité.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 24 Avril 1914.

M. **J. Hubner** poursuit ses recherches sur l'histoire de la teinture, en particulier en Ecosse.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 18 Mars 1914.

MM. **S.-H. Collins** et **A.-A. Hall** ont étudié l'emploi de la créosote du goudron de houille et du naphtalène pour la préservation des clôtures en bois. Le naphtalène brut est un excellent préservatif du bois, mais son absorption est telle que la dépense est élevée. L'évaporation du naphtalène semble limitée à la surface du bois. La créosote disparaît des parties exposées d'un pieu et aussi de la pointe, mais la partie moyenne la plus exposée à pourrir conserve bien la créosote.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 26 Mars 1914.

M. **G. Haberlandt** : *Au sujet de la physiologie évolutive des rhizoïdes*. L'auteur fait voir que, chez les bourgeons germinatifs (Brutknospen) et les pousses de thalle des genres *Lunularia* et *Marchantia*, avant la formation des rhizoïdes, il se produit, dans les cellules initiales en question, sous l'influence de la gravité,

des déplacements donnés du protoplasme, des noyaux et des granules de fécule, déplacements analogues à ceux des statocystes des organes doués de sensibilité géotropique. Il en conclut que la perception du stimulus de gravité, dans les barymorphoses en question et probablement dans les autres, est assurée par le même mécanisme que dans le géotropisme. — M. Struve présente une note de M. **A. Wilkens**, privat-docent à l'Université de Kiel : *Sur l'intégration des équations fondamentales de la théorie des satellites de Jupiter*. Les équations traitées par l'auteur sont celles qui déterminent les éléments de la trajectoire $h = e \sin w$, $k = e \cos w$. L'auteur fait voir que l'intégration de ces équations peut être réalisée d'une façon plus rigoureuse, grâce à une transformation de coordonnées. — M. Beckmann adresse un Mémoire de M. **R. Willstætter**, membre de l'Institut Empereur-Guillaume de Chimie, à Berlin-Dahlem : *Sur les pigments des fleurs et des fruits*. L'auteur isole, de fleurs et de fruits, un certain nombre d'anthocyanes, à l'état cristallisé; ce sont les composés sucrés de pigments dans lesquels il reconnaît les composés hydroxyliques d'un phénylbenzopyrylium. Il convient de considérer les anthocyanes comme des sels quinoïdes d'oxonium; ils constituent une nouvelle classe de bases végétales dont la nature basique est due à l'oxygène tétravalent.

Séance du 2 Avril 1914.

M. **G. Hellmann** : *Sur le mouvement de l'air dans les couches inférieures de l'atmosphère*. Etant données les grandes incertitudes relatives aux vitesses du vent, incertitudes dues aux défauts des instruments, mais surtout aux différences énormes de leur installation, l'auteur, de concert avec l'Institut Météorologique Royal, a installé un champ d'essais pour anémomètres, destiné à l'étude de l'influence, sur les indications, de la hauteur des instruments au-dessus du sol, de leur période diurne et annuelle, etc. Ce champ d'essai se trouve à proximité de la station radio-télégraphique de la Société Telefunken, au nord de Nauen, dans un terrain qui ne paraît pas sujet aux modifications dues à la culture, etc. Dans le présent Mémoire, M. Hellmann rend compte d'enregistrements faits à cette station, pendant la première année de service. La valeur normale de la vitesse de l'air, à 30 mètres au-dessus du sol, se trouve être de 5,6 m/sec. La séparation des données relatives aux vents forts et faibles respectivement conduit à admettre que la période diurne de la vitesse de l'air dans les couches atmosphériques supérieures est engendrée par l'onde de chaleur qui, en vingt-quatre heures, fait le tour de la Terre, en soulevant les surfaces isobares.

Séance du 16 Avril 1914.

M. **F. R. Helmert** : *Sur la réduction isostatique de la normale*. M. J. F. Hayford a, le premier, pour une triangulation étendue, réalisé une réduction des normales correspondant, dans ses grandes lignes, à la théorie d'équilibre de la croûte terrestre indiquée par H. Pratt. Comme sa méthode de calcul n'est pas bien rigoureuse, à plusieurs égards, l'auteur a voulu montrer qu'on peut, sans complication appréciable, déduire des formules plus rigoureuses, tenant un compte parfait de la courbure de la Terre d'une part, de l'altitude des différentes stations astronomiques, d'autre part. — M. **K. Schwarzschild** : *Sur la fréquence et le pouvoir éclairant des étoiles de différents types spectraux*. L'auteur calcule séparément le nombre d'étoiles d'un pouvoir éclairant donné, par unité de volume, pour chaque type spectral, en comparant la répartition des vitesses radiales à la répartition des composantes du mouvement propre perpendiculairement à l'angle formé par la direction de l'apex du Soleil. — M. **W. Schweydar** : *Observation des variations, dues à la Lune, de l'intensité de la gravité*. On sait que la direction et l'intensité de la gravité, en un endroit donné de la Terre, subissent, sous l'attraction de la Lune (déterminant les marées), des variations périodiques. Grâce à des observations faites avec le gravimètre de M. A. von Schmidt, dans la chambre souterraine de l'Observatoire de Potsdam, située à 25 mètres de profondeur, l'auteur a, le premier, réussi à mesurer ces variations très faibles, qu'il importe de connaître pour apprécier les marées élastiques et l'élasticité de la Terre. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 19 Mars 1914.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A. Basch** résout le problème suivant : calculer de l'observation de plus de trois points de rebroussement les valeurs les plus plausibles des trois éléments déterminants d'une oscillation amortie (position de l'équilibre, première amplitude et facteur d'amortissement).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **F. von Lerch** a observé que, si l'on évapore des solutions chlorhydriques d'induction et qu'on les chauffe immédiatement après, une partie du Th C s'évapore; cet effet commence un peu au-dessus de 100°. Si l'on opère de même après additions de sels d'Am ou d'urée, ces derniers entraînent Th C en se volatilisant. Après addition de sels de Ba, il s'évapore plus de Th B que de Th C. — MM. **H. Meyer** et **H. Tropsch** ont obtenu le dichlorure de l'acide dinicotinique sous deux formes : l'une monomoléculaire, facilement soluble, F. 66°; l'autre polymère, insoluble et infusible. L'éther diméthylique de l'acide lutidique est également dimorphe : F. 56-57° et 60-61°. — MM. **A. Eckert** et **O. Halla**, par condensation de la 3-benzalamino-2-bromanthraquinone avec l'acide 1-amino-2-anthraquinonecarbonique, ont obtenu une diphtaloylacridone substituée, qui par saponification et diazotation donne l'acridone.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **H. Balss** décrit quelques Décapodes intéressants trouvés par l'Expédition de la *Pola* dans la mer Rouge. — M. **J. Gicklhorn** a constaté que, si l'on fait agir des solutions de matières colorantes photodynamiquement actives sur des cellules ou des tissus végétaux, ces derniers sont plus ou moins lésés. On observe la formation de vacuoles, la contraction du plasma et la coloration du plasma et du noyau. Cette action photodynamique doit être considérée comme une action toxique renforcée par l'éclairement.

Séance du 26 Mars 1914.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. von Hann** a calculé par l'analyse harmonique la marche diurne des éléments météorologiques au canal de Panama, d'après les observations faites par l'ingénieur en chef des travaux. — M. **W. Schmidt** déduit d'une analyse du tonnerre au moyen d'un appareil approprié que la partie principale de l'énergie du tonnerre se trouve sous forme d'oscillations de pression de longue durée (jusqu'à plus de 0,5 seconde) non perceptibles par l'oreille. Il est très probable que le tonnerre est dû à des ondes de choc ou d'explosion, qui se propagent avec une vitesse supérieure à celle du son. — M. **J. Pollak** a étudié la sulfonation de l'éther diméthylique de la dithiorésorcine et celle du thioanisol. Dans le premier cas, deux groupes sulfoniques entrent en position 4 : 6, dans le second en position 2 : 4.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **L. Kober** communique le résultat de ses observations géologiques sur le Taurus et le Liban.

Le Gérant : A. MARETHEUX.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques.

Remise de la médaille Gaudry. — A l'une de ses dernières séances, la Société géologique de France a remis la médaille Albert Gaudry à M. E. Haug, professeur à l'Université de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

En attribuant à notre éminent collaborateur sa plus haute récompense, la Société géologique a tenu à consacrer une œuvre de plus de trente années qui le place au rang des premiers géologues de notre époque. Ses recherches originales de stratigraphie et de tectonique alpines, de paléontologie des Céphalopodes, lui ont assuré une notoriété mondiale, et son *Traité de Géologie* lui a permis de coordonner avec des impressions vécues toutes les données acquises par une vaste érudition. On sait le succès de ce remarquable ouvrage, considéré par les savants étrangers comme le meilleur traité de la science de la Terre. Ce livre déjà célèbre a la plus grande répercussion sur l'enseignement de la Géologie, car, pour la première fois, la géologie stratigraphique y est présentée d'une façon rationnelle. Le constant souci de l'auteur de diviser son sujet en se basant — par la considération des géosynclinaux — non plus sur la configuration actuelle de la surface de la Terre, mais sur les vicissitudes des mers dans le passé des temps géologiques, lui a permis de montrer la belle harmonie qui préside à l'évolution de notre planète.

Par la préoccupation de synthèse qui l'a constamment guidé dans ses recherches comme dans ses écrits, M. E. Haug s'est fait le digne émule d'Eduard Suess, l'illustre géologue de Vienne qui vient de disparaître et dont M. Pierre Termier, de l'Institut, a retracé la vie, en des pages lumineuses et d'un haut style, insérées dans l'avant-dernier numéro de notre *Revue*.

La Société géologique de France avait attribué, l'an dernier, sa médaille Albert Gaudry à Eduard Suess et il était difficile de donner, cette année, un successeur à ce grand géologue.

Nous laisserons la parole, à ce sujet, à M. Maurice Lugeon, l'éminent géologue de Lausanne, qui a été chargé du rapport sur l'attribution de la médaille Albert Gaudry à M. Emile Haug :

« La mission pouvait être bien lourde, cette année, à votre Commission des prix, de rechercher, parmi les savants du monde, le géologue dont le nom devait être buriné sur la stèle, après celui du maître de Vienne.

« Et cependant, il n'y eut aucune hésitation.

« Un homme était là parmi les nôtres, dont la haute fécondité scientifique forçait le choix ; un homme qui venait d'écrire en des pages lumineuses toute l'histoire de la Terre ; un visionnaire qui venait de montrer à nos regards émerveillés les aspects successifs de la planète. »

§ 2. — Topographie.

Un dernier mot sur la stéréoautogrammétrie. — A la demande de M. Paul Corbin, nous insérons la lettre suivante qui, sans rouvrir une polémique que nous avons déclarée terminée, précise l'interprétation de quelques idées émises dans son article :

Monsieur le Directeur,

De même que vous, je considère comme clos le dialogue qui s'était engagé dans les colonnes de la *Revue* entre M. le colonel Crouzet et moi. Toutefois, il m'en est resté l'impression que certains points de mon étude sur la stéréoautogrammétrie avaient pu prêter à des interprétations inexactes et en tout cas tout à fait en dehors de ma pensée, en ce qui concerne les anciennes méthodes topographiques.

Je ne crois donc pas inutile d'essayer de préciser leurs rôles respectifs dans l'avenir.

J'ai dit que l'apparition de la stéréoautogrammétrie apportait une révolution véritable dans la topographie, mais je n'ai nullement entendu dire ainsi qu'elle devait faire disparaître les anciennes méthodes, bien loin de là, pas plus, pour employer une comparaison grossière, que l'apparition du chemin de fer ou de l'automobile n'a fait disparaître, ni même reculer les anciens moyens de transport.

Il faut d'abord remarquer qu'en raison du coût

forcément très élevé du stéréoautographe, son emploi restera l'apanage des grands Instituts d'Etat et de Sociétés privées solidement organisées à tous les points de vue, et que celles-ci ne pourront évidemment de longtemps accepter que des travaux assez importants pour leur permettre au moins de couvrir leurs frais généraux.

Dès lors, tous les *levers de faible étendue, ou n'exigeant qu'une précision restreinte, ou encore ne comportant que quelques opérations simples*, resteront évidemment du domaine des méthodes anciennes, qui conserveront là un champ d'application extrêmement important.

En ce qui concerne les levers étendus exécutés par la stéréoautogrammétrie, c'est encore, ainsi que je l'ai dit, aux anciennes méthodes que l'on demandera le *remplissage des faibles lacunes* ainsi que le *lever des petits détails* ayant échappé aux vues de l'objectif photographique.

Dans les levers stéréophotographiques, il faudra toujours d'ailleurs avoir recours à elles pour la *détermination exacte de la position des stations et des bases.*

Enfin, c'est aux plus précises et aux plus délicates d'entre elles, aux méthodes géodésiques, qu'il faudra toujours demander les *canevas trigonométriques* absolument indispensables pour assurer la précision des plans fournis par le stéréoautographe.

En particulier, c'est la géodésie qui devra fournir les « *points de contrôle* » dont le rôle est capital, puisque ce sont eux qui permettent justement d'annuler l'influence des erreurs commises dans la mesure des bases, à tel point que très souvent même celles-ci peuvent n'être mesurées que très grossièrement sur le terrain, leur valeur précise étant fournie ensuite *au bureau* par le stéréoautographe lui-même en pointant tout simplement le repère mobile sur ces « points de contrôle ».

Enfin une dernière catégorie de régions devra toujours être entièrement levée par les procédés anciens. C'est celle, d'ailleurs, de plus en plus restreinte dans l'avenir, des *terrains dont la « résistance » à la méthode stéréoautogrammétrique sera restée invincible.*

On voit donc que les applications des anciennes méthodes seront encore très étendues et que, par conséquent, leur étude approfondie et leur pratique assidue resteront indispensables à tous les professionnels, de même que la connaissance sérieuse de leurs principes continuera à être nécessaire à tous ceux qui veulent pouvoir tirer d'une carte topographique moderne tout ce qu'elle peut et doit donner.

Mais c'est la stéréoautogrammétrie seule qui leur fournira avec une extrême facilité ces nouveaux plans automatiques dont la perfection, avantage inappréciable, reste presque absolument à l'abri des défaillances inévitables des opérateurs.

Veuillez agréer, monsieur le Directeur, etc.

Paul Corbin.

§ 3. — Physique.

Sur le problème de la relativité. — La *Revue* a résumé, en deux courtes chroniques[1], les objections qu'ont élevées contre la théorie de la relativité deux savants éminents, M. Brillouin et M. Max Abraham. Voici maintenant, en raccourci, les vues d'un partisan déterminé de cette nouvelle théorie, M. Einstein[2].

Il y a lieu, d'après M. Einstein, de distinguer nettement deux systèmes désignés l'un et l'autre sous le nom de « théorie de la relativité ». Le premier, qu'on peut appeler « théorie de la relativité dans le sens strict », s'appuie sur un ensemble considérable d'expériences, et est considéré aujourd'hui, par la plupart des physiciens, comme étant l'expression théorique la plus simple de ces expériences. Le deuxième, auquel on peut donner le nom de « théorie de la relativité dans le sens large », n'a presque pas été confirmé jusqu'à présent par l'expérience, et la grande majorité des physiciens reste sceptique à son égard. Comme on peut être partisan de la théorie de la relativité dans le sens strict sans reconnaître le bien-fondé de la théorie de la relativité dans le sens large, il vaut mieux traiter séparément les deux théories.

I. *La théorie de la relativité dans le sens strict.* — C'est un fait bien connu que les équations de la Mécanique fondée par Galilée et par Newton ne sont pas valables pour un système de coordonnées animé d'un mouvement *quelconque.* Mais, si on a rapporté le mouvement à un certain système K de façon que les équations de Newton soient applicables, pour tout système de coordonnées K', orienté dans l'espace d'une façon quelconque, mais *animé d'un mouvement de translation uniforme par rapport à* K, les mêmes lois de mouvement restent valables. On peut appeler « principe de relativité » (dans le sens strict) l'hypothèse de l'équivalence de tous les systèmes de coordonnées K, K', etc., pour l'étude du mouvement et des lois générales de la Physique.

Tant qu'on crut que la Mécanique devait être invoquée pour l'explication de tous les phénomènes, on ne put pas douter de la validité de ce principe de relativité. Mais, même en faisant abstraction de cette idée, on voit que, si le principe n'était pas valable, certains phénomènes rapportés à un système de référence en repos par rapport à la Terre pourraient être influencés par le mouvement de la Terre autour de son axe ou de la Terre autour du Soleil. Or, les mesures les plus précises ont été impuissantes à déceler la plus légère variation (résultat négatif des expériences de Michelson).

Ainsi le principe de relativité a supporté le contrôle de l'expérience. S'il a paru longtemps suspect, et si quelques physiciens le tiennent encore pour tel, c'est qu'il semble inconciliable avec l'Electrodynamique de Maxwell et de Lorentz. En particulier, le principe de la constance de la vitesse de la lumière qu'on peut déduire des théories de Maxwell et de Lorentz est, à première vue, difficile à admettre : si un rayon lumineux possède, par rapport à certains axes de coordonnées K, une certaine vitesse V, il semble que, pour un observateur en mouvement par rapport aux axes K, la vitesse doit être différente; si le rayon lumineux se propage, par exemple, dans la direction de l'axe des x positifs de K avec la vitesse V, et si l'observateur se meut dans la même direction avec la vitesse v, on croit pouvoir affirmer que la vitesse de propagation jugée du point de vue de l'observateur en mouvement sera $V - v$.

Une analyse exacte du contenu physique de nos données sur l'espace et le temps prouve, en réalité, que la contradiction indiquée n'est qu'apparente. « Elle repose, dit Einstein, sur les deux hypothèses arbitraires suivantes : 1° l'affirmation que deux événements se passant en des lieux différents ont lieu simultanément a un contenu indépendant du choix du système de référence; 2° la distance entre les lieux où deux événements se passent simultanément est indépendante du choix du système de référence. »

Si l'on renonce à ces hypothèses arbitraires, le principe de la constance de la vitesse de la lumière, qui résulte de l'Electrodynamique de Maxwell et de Lorentz, devient compatible avec le principe de relativité. On peut maintenir l'hypothèse qu'un même rayon lumineux traversant le vide se propage avec la vitesse V, non seulement par rapport au système d'axes K, mais aussi par rapport à tout système K' animé d'un mouvement de translation uniforme par rapport à K. On n'a qu'à choisir d'une façon convenable les équations de transformation qui existent entre les coordonnées du temps

[1] *Revue générale des Sciences*, 30 mars 1913 et 15 avril 1914.

[2] *Scientia*, mai 1914.

et de l'espace x, y, z, t, relatives à K, et celles, x', y', z', t', relatives à K' : le système des équations de transformation de ces quatre grandeurs auquel on est conduit, appelé « équations de Lorentz », doit remplacer les équations correspondantes basées sur les hypothèses 1 et 2 qu'on utilisait avant que la théorie de la relativité fût édifiée.

La théorie de la relativité fournit donc une condition à laquelle doivent satisfaire tous les systèmes d'équations qui expriment des lois naturelles générales ; en appliquant la transformation de Lorentz à un tel système d'équations, on doit obtenir un système de même forme (covariance vis-à-vis des transformations de Lorentz). La théorie de la relativité ne fournit pas un moyen de déduire du néant des lois naturelles auparavant inconnues ; mais elle donne un critérium toujours applicable qui restreint les possibilités, et, sous ce rapport, on peut la comparer au principe de l'équivalence, au principe de Carnot, ou au principe de symétrie énoncé par Curie.

Or, il y a un domaine d'une importance fondamentale dont la connaissance empirique que nous en avons est si minime, qu'associée à la théorie de la relativité elle est loin de suffire à l'établissement univoque d'une théorie générale. Ce domaine est celui des phénomènes de gravitation. On ne peut arriver à ébaucher une théorie qu'en associant à ce que nous connaissons expérimentalement des hypothèses physiques pour compléter la base de la théorie. On est donc venu, semble-t-il, à parler de l'échec de la théorie de la relativité pour l'explication des phénomènes de gravitation, échec qui serait plutôt imputable au manque de données expérimentales. Néanmoins, pense M. Einstein, la théorie récemment établie par Nordström, qui satisfait au principe de relativité, doit être considérée comme une tentative intéressante. Dans cette théorie, la masse *pesante* (envisagée comme le coefficient qui détermine la force que le corps éprouve dans un champ de pesanteur) d'un système isolé, au repos dans son ensemble, est en général une grandeur oscillante, dont la valeur moyenne temporaire est donnée par l'énergie totale du système ; le caractère oscillatoire de la masse fait qu'un pareil système doit émettre constamment des ondes longitudinales de gravitation, la perte d'énergie que la théorie prévoit de ce fait étant beaucoup trop faible pour être perceptible. Et, conclut M. Einstein, « quiconque étudiera la théorie de Nordström devra convenir que, considérée au point de vue de l'expérience, cette théorie s'ordonne d'une façon qui ne peut soulever aucune objection dans le schéma de la théorie de la relativité (dans le sens strict).

II. *La théorie de la relativité dans le sens large.* — La Mécanique classique, aussi bien que la théorie de la relativité dans le sens strict, sont suffisantes, pense M. Einstein, à nous donner une image physique du Monde qui satisfasse l'esprit, pour peu qu'il soit accessible aux arguments philosophiques. Voici un exemple, entre plusieurs :

« On s'efforcera en vain d'expliquer ce qu'il faut entendre sous le nom d'accélération d'un corps. On ne réussira à définir que des accélérations relatives, les accélérations des corps les uns par rapport aux autres. Mais, d'autre part, nous fondons notre mécanique sur l'hypothèse que, pour qu'un corps prenne une accélération, il faut une force (cause), sans faire attention que nous ne pouvons aucunement indiquer ce qu'on doit entendre par *accélération*, parce qu'il n'y a que les accélérations *relatives* qui puissent être perçues. »

Aussi M. Einstein s'est-il proposé de généraliser la théorie de la relativité de manière à la mettre à l'abri des critiques précédentes.

« Je reconnus d'abord que, dans une pareille théorie, il faut assigner à la gravitation universelle un rôle tout à fait fondamental. Car, de ce qui précède, il résulte déjà que tout processus physique, par le fait que des grandeurs d'énergie lui correspondent, engendre nécessairement aussi un champ de gravitation. D'autre part, le fait d'expérience que, dans un champ de gravitation, tous les corps tombent de la même manière porte à penser que, dans un champ de gravitation, les processus physiques s'effectuent exactement comme ils s'effectueraient relativement à un système de référence accéléré (hypothèse de l'équivalence). En prenant pour base cette conception, je parvins à ce résultat que la vitesse de la lumière ne doit pas être regardée comme indépendante du potentiel de gravitation. Le principe de la constance de la vitesse de la lumière est donc inconciliable avec l'hypothèse de l'équivalence ; par conséquent, on ne peut pas faire accorder avec elle la théorie de la relativité dans le sens strict. Je fus ainsi conduit à regarder la théorie de la relativité dans le sens strict comme ne convenant qu'à des domaines à l'intérieur desquels il n'y a pas de différences perceptibles de potentiel de gravitation. La théorie de la relativité (dans le sens strict) devait être remplacée par une théorie plus générale qui la comprît comme cas limite. »

Il est difficile de donner une idée, même très vague, de cette théorie qui nécessite le concours des plus récentes conquêtes de l'Analyse mathématique. Disons seulement qu'elle permet de substituer aux systèmes d'équations connus de la Physique théorique d'autres systèmes ayant une signification analogue, et qui sont valables quel que soit le choix des coordonnées de l'espace et du temps. Dans toutes ces équations interviennent des grandeurs qu'Einstein désigne par le symbole $g_{\mu\nu}$ et qui servent à la représentation du champ de gravitation. Le champ de gravitation a donc une influence sur tous les phénomènes physiques. Inversement, les processus physiques déterminent nécessairement le champ de gravitation, c'est-à-dire les grandeurs $g_{\mu\nu}$, ce qui restreint, après coup, le choix des variables relatives à l'espace et au temps. En sorte que la marche de tous les processus est régie par les grandeurs $g_{\mu\nu}$ qui, de leur côté, sont déterminées par des processus physiques de tout le reste de l'Univers.

Dans cette théorie disparaissent les objections d'ordre philosophique signalées plus haut. En particulier, les lois du mouvement des masses pesantes sont telles que ce n'est pas l'accélération absolue (accélération par rapport à l'« espace ») qui s'introduit dans l'expression de la résistance des masses à l'inertie, mais bien l'accélération par rapport à d'autres corps, et on conçoit qu'il doive en être ainsi s'il n'est possible d'étudier que des mouvements relatifs.

A. Boutaric.

§ 4. — Chimie.

Le Tungstène ductile. — Il est peu d'éléments qui soient passés d'une obscurité relative à une situation importante aussi rapidement que le tungstène depuis qu'on peut l'obtenir industriellement à l'état de métal ductile.

Le tungstène n'est pas un élément rare ; il en existe des minerais assez nombreux et abondants ; les principaux sont la scheelite (tungstate de calcium) et la wolframite (tungstate de fer et de manganèse). La scheelite se dissout aisément dans l'acide chlorhydrique, en formant du chlorure de calcium et de l'acide tungstique, qui reste mélangé aux différents éléments insolubles du minerai (silice principalement) ; l'acide tungstique peut être dissout par l'ammoniaque ou la potasse ; la solution précipitée par un acide donne alors l'acide tungstique WO^3. La wolframite est ordinairement traitée de la manière suivante : on la fond avec de la soude caustique ou du carbonate de soude ; on extrait le tungstate de soude en le dissolvant par l'eau ; on précipite l'acide tungstique de la même façon que dans le traitement de la scheelite ; l'oxyde tungstique WO^3, réduit par le charbon, donne le métal que l'on utilise dans l'industrie de l'acier et

qui se vend une dizaine de francs au kilogramme.

Cet oxyde brut contient trop d'impuretés pour pouvoir fournir du métal ductile; les principaux éléments étrangers qui s'y trouvent sont : le manganèse, la silice, le calcium, le molybdène, le phosphore, l'arsenic et des sels de soude. Deux méthodes de purification sont généralement appliquées pour les éliminer : la première consiste à dissoudre l'oxyde dans l'ammoniaque et à faire cristalliser le tungstate d'ammonium obtenu, puis à le laver, à le sécher et à le décomposer par la chaleur ; dans la seconde, après avoir formé du tungstate d'ammonium, on précipite l'acide tungstique par l'acide chlorhydrique ; une troisième méthode, qui est appliquée lorsqu'on veut arriver à une très grande pureté, consiste à combiner les deux premiers procédés, c'est-à-dire à faire cristalliser le tungstate d'ammonium, puis à décomposer les cristaux par l'eau régale. La première méthode élimine une grande partie des impuretés, mais elle donne un oxyde très dense et dont il est difficile d'obtenir un métal de bonne qualité ; la seconde donne un produit plus pur que celui obtenu avec la première, en ce qui concerne certains éléments, mais elle n'élimine pas complètement d'autres impuretés, comme le phosphore et l'arsenic ; ces derniers éléments ne disparaissent complètement que dans les opérations de traitement ultérieures ; l'oxyde de tungstène obtenu est léger et se réduit facilement.

Deux méthodes de réduction sont appliquées pour le traitement de l'oxyde lui-même : l'une emploie le charbon et l'autre l'hydrogène.

La réduction par le charbon se contrôle difficilement, parce que le charbon peut brûler en donnant CO ou CO^2; en outre, certains des oxydes de tungstène inférieurs sont volatils à des températures relativement basses; le métal produit ne peut contenir ni charbon ni oxygène, et il ne peut être cristallin ; ces conditions sont difficiles à réaliser ; néanmoins, le procédé peut être appliqué avec succès.

La réduction par l'hydrogène est plus facile ; on opère dans des fours électriques à résistance de divers types ; on emploie notamment des fours formés d'un tube de porcelaine entouré d'un ruban de platine et placé dans une masse isolante, d'alumine ou de silice; dans d'autres cas, il est fait usage de tubes d'alundum, avec fil de chauffage en tungstène ou en molybdène ; on place les tubes dans une masse isolante et l'on fait arriver dans celle-ci un courant d'hydrogène pour empêcher l'oxydation de la spirale métallique chauffante ; l'oxyde à réduire est chargé dans les fours; on fait passer dans ceux-ci un courant d'hydrogène pur et sec ; on chauffe en élevant graduellement la température jusqu'à 1.000-1.100° C. ; l'oxyde est placé directement dans les tubes ou dans des récipients appropriés ; la réduction donne un métal sans aucune texture cristalline ; elle est complète. La densité du produit dépend des conditions dans lesquelles on opère et celles-ci sont sous le contrôle de l'opérateur ; on les modifie à volonté en agissant sur la température et sur la rapidité de circulation de l'hydrogène ; le tungstène obtenu se présente sous l'aspect d'une poudre grisâtre, amorphe, que l'on doit traiter pour la transformer en métal ductile ; les procédés de traitement appliqués à cette fin diffèrent de ceux que l'on utilise généralement ; ils ne ressemblent qu'à ceux auxquels on recourt pour le traitement du molybdène.

Le tungstène fond à une température de 3.200° C. approximativement; on peut obtenir des globules de métal fondu à une température moins élevée, en opérant dans un four électrique à arc, dans le vide ; mais de toute façon le tungstène fondu est extrêmement cassant; un globule de métal qui a été soumis à la fusion se pulvérise sous le choc du marteau comme le ferait un globule de verre ; d'autres procédés de préparation sont en conséquence indispensables.

A l'origine de la lampe au tungstène, les filaments étaient préparés en additionnant au tungstène en poudre un liant organique (amidon ou gomme) ou métallique (amalgame) ; on passait le mélange à la filière, sous pression ; puis on éliminait le liant ; les fils ainsi obtenus étaient très cassants et très fragiles ; ce procédé de préparation est aujourd'hui complètement abandonné ; le tungstène « étiré » que l'on emploie exclusivement à présent s'obtient de la manière suivante :

La poudre de tungstène sèche est chargée, uniformément, dans un moule très solide où on la comprime sous une pression élevée, à la presse hydraulique ; on obtient ainsi une barre peu résistante, la poudre étant employée sans aucun liant ; on la place avec une grande précaution sur une plaque appropriée, une plaque de molybdène habituellement, et on l'introduit dans un four électrique, de l'un des types décrits ci-dessus ; on la chauffe à 1.300° C. environ, durant une demi-heure ; pendant l'opération, on fait passer dans le tube un courant d'hydrogène pour empêcher l'oxydation ; ce traitement durcit la barre qui a alors suffisamment de résistance pour que l'on puisse la manipuler sans qu'il y ait trop de danger de la briser. Cette barre est placée entre deux pinces, que l'on relie à une source d'énergie électrique, et on fait descendre sur le tout une sorte de cloche refroidie par une circulation d'eau ; on fait passer le courant électrique et l'on porte la barre à une température voisine de sa température de fusion pendant quelques minutes ; on diminue ensuite le courant graduellement (pour empêcher des rentrées d'air susceptibles de produire une explosion) et on laisse refroidir ; la barre a alors une très grande consistance, mais elle ne possède encore aucune ductilité.

Le traitement auquel on la soumet ensuite dépend un peu de la destination qu'elle est appelée à recevoir ; dans certains cas, elle est passée au laminoir ; dans d'autres, elle est travaillée à la filière ; pour subir ces deux opérations, elle est préalablement portée à une température de 1.500° environ dans un four électrique à résistance, où on la chauffe dans une atmosphère d'hydrogène ; le travail mécanique doit se faire rapidement, sans que la barre ait le temps de refroidir appréciablement ; on diminue progressivement la section, après l'avoir arrondie de même ; les dernières passes se font à une température relativement basse ; la barre est alors poussée mécaniquement dans la machine, après avoir passé dans un four chauffé au gaz ou dans une flamme de gaz ; la barre commence à devenir ductile après un certain nombre de passes ; lorsqu'elle a un diamètre de quelque 0,75 millimètre on continue à en réduire le diamètre dans des filières à diamant, en commençant à une température de 600 à 650° approximativement ; le diamètre des filières est progressivement réduit par degrés décroissant depuis 0,025 millimètre jusqu'à 0,001 millimètre, à partir de 0,35 millimètre ; les procédés de laminage sont identiques.

Le tungstène est trop dur pour pouvoir se travailler au tour et les pièces se façonnent à chaud par l'étampage ou le forgeage.

Le tungstène ductile a des propriétés physiques et chimiques intéressantes ; il est flexible (pliable), fort et tendre ; il est pratiquement inoxydable dans l'air humide et il résiste aux acides d'une façon remarquable ; il n'est pas attaqué par l'acide fluorhydrique et seulement faiblement attaqué par l'acide chlorhydrique, l'acide azotique et l'acide sulfurique (quel que soit le degré de concentration, à chaud ou à froid) et par l'eau régale ; il résiste aux solutions alcalines, mais est lentement dissout par les alcalis fondus ; un mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique le dissout rapidement ; sa densité spécifique est d'environ 19,3 ; sa résistance à la traction est extrêmement grande ; elle est plusieurs fois plus grande que celle de l'acier.

L'application la plus importante du tungstène ductile est la fabrication des fils de lampe à incandes-

cence; on l'emploie beaucoup aussi pour la constitution des contacts électriques qui sont soumis à de rapides ruptures dans l'air, pour les magnétos, les régulateurs de tension, etc.; il est excellent pour la confection des anticathodes de tubes à rayons X et on l'utilise énormément pour cette application; on en fait aussi des tubes servant pour le chauffage électrique; des fours munis d'éléments chauffants de ce genre permettent d'obtenir rapidement une température de 2.500 à 2.700° (cinq minutes en partant de la température ordinaire); ils peuvent être refroidis dans un délai très court (une dizaine de minutes); ils sont donc d'un intérêt considérable pour les recherches de laboratoire aux hautes températures; ils peuvent être remplis d'hydrogène ou utilisés comme fours à vide, à volonté; on utilise aussi le tungstène pour la constitution des hélices chauffantes de fours à résistance; la température que l'on peut atteindre alors n'est plus limitée que par la fusibilité du tube ou du support sur lequel le fil est disposé [1]. H. M.

§ 5. — Physiologie.

Influence de l'ingestion d'une grande quantité d'eau sur la digestion. — Nous avons déjà signalé ici les recherches qui se poursuivent depuis quelques années au Laboratoire de Chimie physiologique de l'Université de l'Illinois, à Chicago sur l'influence de l'ingestion d'une grande quantité d'eau avec les aliments [2]. Poursuivant leurs travaux sur ce sujet, MM. P. B. Hawk et ses élèves viennent d'aboutir à quelques résultats nouveaux et intéressants [3].

L'ingestion d'eau en excès avec le repas est accompagnée d'une augmentation de l'excrétion d'ammoniaque urinaire, directement proportionnelle à l'excès d'eau ingérée. D'autres expériences ont montré que l'eau provoque la sécrétion d'un suc gastrique *acide*, et l'on sait, d'autre part, que la formation ou l'introduction d'un acide dans le corps augmente l'excrétion de l'ammoniaque. Les auteurs en concluent que l'augmentation observée est donc due à la stimulation de la sécrétion gastrique par l'eau ingérée, comme si les cellules gastriques essayaient de maintenir une concentration acide uniforme. La putréfaction intestinale n'est pas ici en cause, car la production de l'indican baisse pendant la période de grande ingestion d'eau.

§ 6. — Sciences médicales

Le virus de la peste des poules. — Le virus de la peste des poules, dont la culture *in vitro* se maintient virulente jusqu'à la dixième génération, est jusqu'à présent resté invisible, bien qu'on l'ait recherché par l'ultramicroscope et les diverses méthodes de coloration. Au cours d'un récent travail, effectué à l'Institut Pasteur de Bruxelles, M. P. Andriewsky [4] a eu l'idée de se servir de la méthode d'ultrafiltration de Bechhold [5] pour déterminer la grandeur de ce virus.

On sait qu'il est actuellement possible de préparer des ultrafiltres à pores de grandeur variable, qui peut être mesurée approximativement en utilisant la vitesse de filtration de l'eau et de l'air. Le virus de la peste des poules, filtré à travers ces filtres, a donné lieu à des observations inattendues.

Il passe à travers un filtre n° 3, qui arrête l'hémoglobine d'une solution à 1 °/₀. Le filtrat donne la réaction du biuret et tue une poule en quarante-cinq heures, délai normal. Le virus passe également à travers les filtres n°s 4 et 5; le filtrat ne donne plus les réactions de la séro-albumine, mais il tue toujours les poules dans le même temps. Ce résultat ne peut être attribué à l'action d'une toxine sécrétée par le virus, car le sérum des poules mortes après injection est aussi virulent que celui des poules injectées par le virus non filtré.

Par contre, le virus ne traverse plus les filtres n°s 6 et 8, car les filtrats se montrent inoffensifs pour les poules inoculées; ils ne donnent plus la réaction de la séro-albumine ni de la séro-globuline.

D'après Zsigmondy, le diamètre de la molécule d'hémoglobine correspond à 2,3-2,5 μμ. Le colloïde, virus de la peste des poules, serait donc formé de molécules plus petites que celles de l'hémoglobine, plus petites même que celles de la séro-albumine; autrement dit, il ne pourrait être constitué de cellules semblables aux cellules animales et végétales connues jusqu'à présent.

Ces conclusions, si elles se confirment, ouvrent des perspectives tout à fait nouvelles, et il est à désirer qu'on reprenne par les méthodes d'ultrafiltration l'étude des autres virus filtrants invisibles.

§ 7. — Géographie et Colonisation.

Une nouvelle expédition polaire. — Sur l'initiative de l'illustre explorateur Otto Nordenskjold, aujourd'hui vice-recteur de l'Université de Gothembourg, un Comité vient de se former à Stockholm en vue d'élaborer le projet d'une expédition anglo-suédoise au pôle sud.

A la tête du comité se trouve l'amiral L. Palander, qui accompagna A.-E. Nordenskjold dans son voyage à travers le passage du Nord-Est.

L'expédition, commandée par le Dr Nordenskjold, sera composée de savants suédois et anglais et subventionnée en partie par l'Angleterre. Le concours de cette nation s'explique par le fait que, lors de sa première expédition (1902-1904), Nordenskjold a ouvert aux Anglais, possesseurs des îles Falkland, un nouveau champ d'activité en leur donnant l'occasion d'étendre leur influence sur l'Antarctide de l'Ouest qui dépend actuellement du secteur des Falkland.

L'expédition quittera la Suède le 1er septembre 1915 et poursuivra des travaux d'ordre scientifique et géographique pendant cinq étés et quatre hivers pour être de retour en février ou mars 1920. Les collections rapportées seront également partagées entre les Suédois et les Anglais.

L'expédition est conçue sur un plan nouveau, dicté par l'expérience. On se rappelle la tragique aventure de Nordenskjold, attendant une expédition de secours dans sa station de Snow-Hill. Afin d'éviter les dangers de l'isolement, l'expédition s'établira dans un havre bien abrité du Détroit de l'Antarctique qui sépare, on le sait, la Terre de Graham de l'île de Joinville, et se tiendra en contact permanent par bateau et par télégraphie sans fil avec l'importante station de pêche de l'île de Déception, située à environ 400 kilomètres à l'Ouest. Selon les circonstances, des raids en traîneau seront organisés, à l'aide de vigoureux chiens groënlandais, vers le Sud, dans une région encore inconnue.

Le premier soin de Nordenskjold sera de visiter les îles Seymour et Snow-Hill, car il espère retrouver son ancien campement.

Georges Parmentier.

---

[1] D'après une Communication de R. W. Moore à l'American chemical Society. *Scientific American Supplement*, 4 avril 1914, p. 217.

[2] *Revue gén. des Sc.* du 30 mai 1912, p. 381.

[3] *Journ. of the Amer. chem. Soc.*, janv. 1914.

[4] *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LXXVII, n° 20, p. 44.

[5] H. Bechhold: Die Kolloïde in der Biologie und Medizin, 1912.

LA PRODUCTION DES CHAMPS MAGNÉTIQUES

ET LE PROJET DU GROS ÉLECTRO-AIMANT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PREMIÈRE PARTIE

Dans un très grand nombre des recherches actuellement à l'ordre du jour, on utilise des champs magnétiques. Ces recherches sont de nature très variée : les unes se rapportent aux propriétés magnétiques de la matière pondérable à diverses températures, d'autres aux actions variées du champ magnétique sur les particules chargées (déviation des rayons électrisés, phénomène de Zeeman, polarisation rotatoire magnétique, etc.); enfin, certaines ont pour objet l'étude des phénomènes qui se rattachent à l'orientation par le champ magnétique des cristaux ou des molécules elles-mêmes (recherches sur la biréfringence magnétique et sur la symétrie moléculaire). Ces travaux, on le sait, ont déjà fourni des renseignements importants, mais ils en promettent bien d'autres encore. Ils ont montré, par exemple, que dans les différents atomes il y a des éléments constitutifs communs (électrons, magnétons); ils pourraient nous montrer comment ces éléments y sont distribués, quelle est la structure même de ces atomes. D'autre part, ils nous ont déjà révélé l'anisotropie des molécules; ils pourraient nous indiquer leurs éléments de symétrie.

Ce qui empêche d'avancer dans la solution de problèmes aussi importants, c'est que nos champs magnétiques actuels sont insuffisants : ils sont trop faibles (on n'a guère mesuré de champs supérieurs à 50.000 gauss); ils sont, d'autre part, trop peu étendus (par exemple, ces 50.000 gauss sont obtenus dans un volume de quelques millimètres cubes). Il est tout à fait indispensable de gagner à ces deux points de vue, car, dans un grand nombre de cas, la grandeur qu'il s'agit d'observer dépend aussi bien des dimensions du champ que de son intensité. Beaucoup de recherches seraient énormément facilitées si l'on pouvait, d'une part, utiliser dans des expériences des champs de l'ordre de 100.000 gauss, et si l'on pouvait, d'autre part, opérer couramment dans des entrefers dont les dimensions linéaires seraient cinq à six fois plus grandes que celles des entrefers actuels.

Cette double nécessité était apparue à bien des physiciens. Elle m'a amené à demander, il y a deux ans, au Conseil de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris la création d'une puissante installation magnétique. Le Conseil de la Faculté et celui de l'Université ont accueilli favorablement cette demande et ont aussitôt mis en réserve, dans ce but, une somme de 50.000 francs provenant du legs Commercy. Depuis cette date, on dispose donc pour l'installation projetée d'un crédit, insuffisant, comme on le verra, mais qui manifeste bien l'intérêt que l'Université de Paris lui porte, et qui sera, nous l'espérons, complété grâce à de généreuses initiatives. D'autre part, ce projet a reçu un accueil très favorable de la part de savants éminents et l'Académie des Sciences a bien voulu s'y intéresser. Une Commission de cette Académie s'est réunie pour examiner deux projets distincts qui étaient en présence : D'une part, M. P. Weiss et moi nous proposions de construire un très gros électro-aimant du type Weiss d'une centaine de tonnes. D'autre part, MM. Deslandres et Pérot concluaient à la construction de plusieurs appareils beaucoup plus petits, du modèle qu'ils ont imaginé récemment. La Commission, comme on va le voir, a conclu en faveur du premier projet. Reconnaissant d'ailleurs l'intérêt des expériences sur lesquelles reposait le second, elle a fait suivre ses conclusions d'un vœu exprimant l'intérêt qu'il y aurait à les poursuivre. Je dois à la bienveillance de M. Appell la communication du texte suivant :

1° Il est désirable de pouvoir créer un important Laboratoire de Recherches magnétiques : conformément à la proposition de M. Appell, ce Laboratoire serait placé sous le haut patronage de l'Académie des Sciences et administré par l'Université de Paris;

2° Il y aurait intérêt à installer ce Laboratoire au voisinage d'un centre de production d'énergie électrique, ou sur le trajet d'une forte canalisation. En prévision des besoins futurs, la puissance disponible ne devra pas être inférieure à 2.000 kilowatts;

3° La réalisation d'un électro-aimant de 100 tonnes, construit d'après les types connus qui ont fait leurs preuves, offre le grand avantage de ne présenter qu'un minimum d'aléas. Il est tout indiqué d'installer ce puissant appareil dans le Laboratoire de Recherches magnétiques, où se trouveront réunies toutes les ressources nécessaires à sa bonne utilisation;

4° La Commission émet le vœu que la construction de l'électro-aimant de quelques tonnes, du type nouveau imaginé par MM. Pérot et Deslandres et décrit devant elle, puisse être entreprise au moyen d'une subvention de 50.000 francs aux auteurs;

5° Accédant au désir exprimé par M. Deslandres, la Commission adopte l'inscription au procès-verbal des remarques suivantes : « M. Deslandres remercie ses confrères d'avoir pensé à M. Pérot et à lui pour une subvention spéciale. Il estime qu'une somme de 50.000 francs est en effet nécessaire pour permettre de faire l'essai en grand de leur nouvel électro-aimant et d'en construire plusieurs modèles. »

Je me propose, dans cet article, d'examiner, d'une façon générale, les divers moyens de réaliser une puissante installation magnétique.

Dans cet examen, je ne perdrai pas de vue les diverses conditions qu'imposent les recherches très variées auxquelles doit servir l'installation projetée. Avant tout, il faut un instrument robuste, d'un fonctionnement très sûr et très commode. Il ne faut pas que l'obtention même du champ magnétique soit une opération délicate absorbant à elle seule l'attention du physicien. Le champ magnétique doit être aussi uniforme et aussi constant que possible. Enfin, il faut se préoccuper des dépenses qu'occasionnera l'installation ; nous verrons, en effet, que la production de champs magnétiques intenses et étendus ne soulève pas de difficultés techniques insurmontables : c'est avant tout une question d'argent. Les dépenses sont de deux sortes : le prix d'acquisition des appareils et le coût des expériences. Tous deux sont à considérer. Dans des recherches sur le phénomène de Zeeman, par exemple, on fait parfois des photographies avec des poses de plusieurs heures. Un appareil peu coûteux, mais qui nécessiterait pour chaque expérience de ce genre une dépense d'un millier de francs, risquerait fort de ne pouvoir être utilisé souvent.

On peut produire les champs magnétiques de diverses façons. On peut employer : 1° des aimants permanents ; 2° des bobines « sans fer » parcourues par un courant; 3° des électro-aimants du modèle ordinaire; 4° des électro-aimants du modèle proposé par MM. Deslandres et Pérot; 5° des électro-aimants du type Weiss modifié par l'emploi de bobines supplémentaires. Quels sont les avantages et les inconvénients de ces diverses solutions? Comment peut-on les perfectionner pour obtenir les champs intenses et étendus que l'on désire? Telles sont les questions que nous nous poserons à propos des divers appareils.

I. — Aimants permanents.

En entassant des aimants d'acier de forme convenablement choisie, on pourrait certainement obtenir des champs magnétiques intenses. Mais ce procédé n'est pas pratique; il ne permet pas en effet de faire varier commodément et rapidement le champ magnétique. Il a pourtant un avantage théorique considérable que les autres procédés ne présenteront pas : c'est le seul qui ne donne lieu à aucune dépense en régime permanent. Une fois les barreaux aimantés, une fois qu'on les a rapprochés pour former un faisceau, le champ produit se maintient de lui-même et ne coûte plus rien.

II. — Bobine sans fer.

Une bobine parcourue par un courant donne un champ proportionnel à ce courant. Il est donc très facile, avec un tel instrument, de faire varier le champ à son gré. D'autre part, le fait que le champ est rigoureusement proportionnel au courant est précieux dans certains cas, la mesure du champ en valeur relative étant ramenée à celle du courant. Enfin, on peut théoriquement obtenir par ce procédé des champs aussi intenses qu'on le veut. Mais, cette fois, la bobine présentant une certaine résistance, il faudra dépenser constamment de l'énergie pour entretenir le champ; de plus, cette énergie, en régime permanent, se transforme entièrement en chaleur : ces deux considérations limitent les valeurs des champs pratiquement réalisables. L'étude des bobines sans fer doit donc être faite à deux points de vue : il faut d'abord examiner la forme à donner à la bobine, la façon de l'enrouler, calculer l'énergie nécessaire pour produire un champ connu dans l'intérieur; il faut étudier ensuite le moyen d'enlever la chaleur résultant de l'effet Joule.

§ 1. — Caractéristique d'une bobine sans fer.

Considérons le premier problème. L'énergie dépensée dans la bobine étant proportionnelle au carré de l'intensité du courant i^2, et le champ H *en un point quelconque* étant proportionnel à i, il est d'abord évident que la puissance nécessaire pour produire un champ H variera proportionnellement au *carré du champ*.

Une seconde remarque, qui est un cas particulier de la règle de similitude de Lord Kelvin, est que, pour une bobine de forme donnée, l'énergie nécessaire pour produire un champ H varie proportionnellement à la *première puissance des dimensions linéaires*. On retrouve sans peine ce résultat[1] en considérant les actions élémentaires des diverses parties du circuit en des points correspondants de l'instrument primitif et de l'instrument agrandi *homothétiquement*, en multipliant *toutes* les dimensions linéaires (de la bobine, du fil, de l'isolant, etc...) par un même rapport λ.

La courbe caractéristique donnant en un point quelconque de la bobine le champ en fonction de la puissance électrique dépensée est donc une parabole dont le paramètre varie proportionnelle-

[1] Pour avoir le même champ, il suffit que le courant dans chaque spire devienne λ fois plus grand. Or, la résistance de chaque spire est devenue λ fois plus petite, ri^2 est donc simplement multiplié par λ. Notons que, la section de chaque spire ayant été multipliée par λ^2, la densité de courant δ (nombre d'ampères par millimètre carré de cuivre) devient λ fois plus petite lorsque la grande bobine donne le même champ que la petite.

ment aux dimensions linéaires. Dans un article intéressant paru dans le *Journal de Physique*, M. Fabry[1] a étudié plus particulièrement le cas des bobines à creux cylindrique, c'est-à-dire présentant à leur intérieur une cavité cylindrique de rayon a. Toutes ces bobines admettent un centre de symétrie. C'est en ce centre qu'on calcule le champ. Quelle que soit alors la forme de la bobine, que la méridienne soit un rectangle comme dans la bobine cylindrique représentée par la figure 1, un trapèze comme dans la bobine représentée par la figure 2, un ensemble de rectangles et de trapèzes comme dans les figures 3 et 4, la parabole caractéristique donnant l'énergie W en watts nécessaire pour produire le champ H est la suivante :

$$W = \rho \eta a \frac{H^2}{K^2},$$

où ρ est la résistivité du fil en ohms/centimètres, η le *coefficient de foisonnement*, c'est-à-dire le rapport du volume total de la bobine au volume occupé par le conducteur. La valeur de ce rapport, toujours plus grande que l'unité, dépend de la place exigée pour l'isolement des spires et pour le refroidissement. Enfin, K est lui aussi un coefficient purement numérique qui dépend de la forme et de la grandeur de la méridienne. Plus ce coefficient K sera grand, meilleur sera le *rendement* de l'appareil.

Dans le cas de la bobine cylindrique à enroulement uniforme[2], c'est-à-dire où le conducteur a partout une section constante, la bobine qui a le maximum de rendement est précisément celle indiquée par la figure 1. Pour cette bobine particulière, on a K=0,179. K diminue si l'on choisit comme méridienne un rectangle différent, mais il diminue lentement. On pourra donc, et ceci sera utilisé plus loin, sans perdre beaucoup sur la valeur du champ, adopter des formes de bobines ayant, pour un creux donné, un volume intérieur beaucoup plus grand ou beaucoup plus petit.

Une bobine cylindrique donne une valeur de K plus avantageuse si l'enroulement n'est pas uniforme, mais si la section du conducteur augmente à mesure qu'on s'écarte de l'axe. Mais on trouve qu'on peut difficilement dépasser K = 0,20. Admettons avec M. Fabry cette valeur très avantageuse, prenons pour la résistivité du cuivre à la température ordinaire $\rho = 1{,}62.10^{-6}$ ohm/centimètre, et pour le coefficient de foisonnement la valeur encore admissible 2, on trouve que, pour produire un champ de 100.000 gauss dans une bobine cylin-

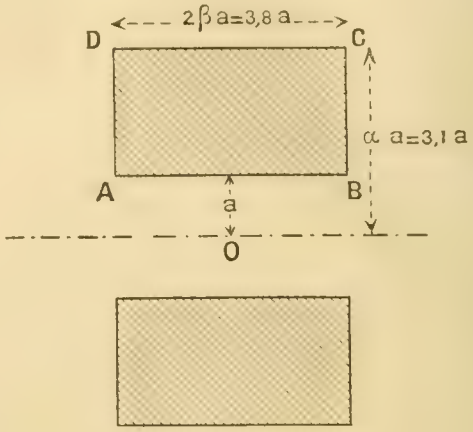


Fig. 1.

drique dont le creux a 1 centimètre de rayon, il faudrait une puissance de 800 kilowatts.

La bobine dont la section méridienne est un trapèze est intéressante, elle aussi, parce que nous rencontrerons dans l'étude des électro-aimants de telles bobines, à enroulement uniforme ou non. Lorsque l'enroulement est fait, comme dans les appareils de MM. Deslandres et Pérot, par un ruban de métal d'épaisseur constante et de largeur croissante enroulé en spirale, la densité de courant varie en raison inverse du rayon des spires. La

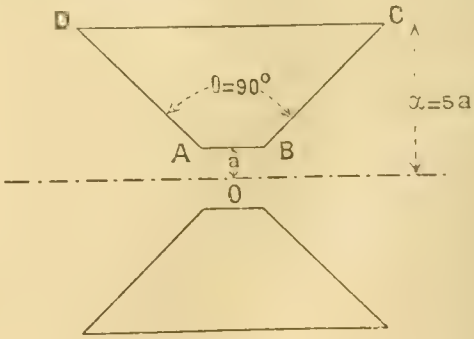


Fig. 2.

valeur de la constante K varie, ici encore, assez lentement avec le profil adopté[1]. La forme la plus avantageuse, au point de vue du rendement, est celle représentée par la figure 2. K est alors égal à 0,21 ; il reste sensiblement le même si le rapport α

[1] Fabry : *Journal de Physique*, t. IX, 1910, p. 129. Voir *Eclairage électrique*, t. XVII, 1898, p. 133.

[2] La formule donnant K pour une bobine cylindrique d'enroulement uniforme est (Fabry) :

$$K = 1{,}1 \sqrt{\frac{\beta}{\alpha^2 - 1}} \log \frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{1 + \sqrt{1 + \beta^2}},$$

αa étant le rayon extérieur et $2\beta a$ la longueur de la bobine.

[1] La formule indiquée par M. Pérot donne pour K, avec les unités adoptées ici, θ étant l'angle des deux côtés non parallèles de la méridienne. :

$$K = 0{,}1 \sqrt{\frac{2\pi \sin\theta}{\alpha - 1}} \log_e \alpha$$

des rayons extérieur et intérieur est pris égal à 4 au lieu de 5. Le rendement est un peu meilleur qu'avec la bobine cylindrique; le champ est en revanche moins uniforme, il est utilisable sur une portion moins étendue de l'axe de la bobine.

Dans l'étude des électro-aimants se rencontrent aussi les bobines formées de deux parties séparées par un certain intervalle, représentées par les figures 3 et 4. Le champ peut encore être calculé facilement : sur la figure 3, qui se rapporte au cas où l'intervalle des bobines est égal au rayon du creux, j'ai indiqué les valeurs de K pour quelques formes de bobines. En dessous de chaque nombre, qui donne la valeur de K multipliée par 1.000, se trouve un point qui indique la place occupée par

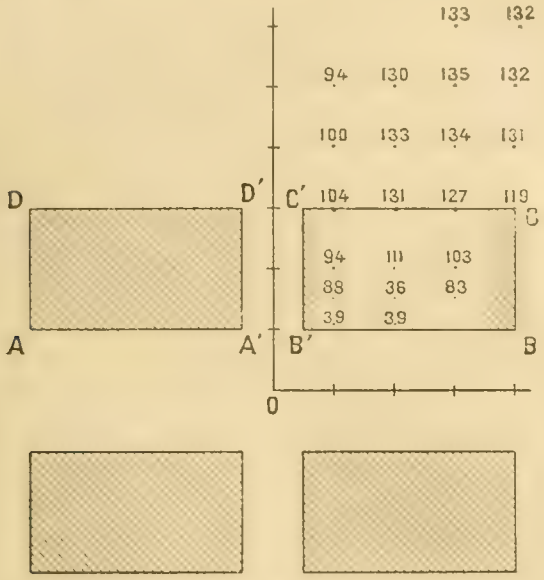


Fig. 3.

le point C pour la bobine correspondante. Par exemple, pour la bobine figurée, la valeur de K est 0,119.

§ 2. — **Enlèvement de la chaleur de Joule.**

Passons maintenant au second problème, celui qui consiste à enlever la chaleur dégagée dans la bobine lors du passage du courant. Il se produit par seconde, dans le volume total occupé par l'enroulement, environ 25 grandes calories pour 100 kilowatts dépensés.

Il s'agit d'absorber cette énorme quantité de chaleur. Des essais faits récemment par M. Weiss d'une part, par MM. Deslandres et Pérot d'autre part, nous permettent d'indiquer ce qu'on peut espérer obtenir.

1. *Emploi de l'eau.* — Si on ne refroidit pas, le champ ne peut dépasser quelques milliers de gauss, et encore dans des expériences de courte durée. Supposons qu'on enlève la chaleur avec un courant d'eau, les conducteurs ayant, par exemple, la forme de tubes où de l'eau circule. C'est précisément la solution adoptée par M. Weiss pour les bobines de ses électro-aimants. L'eau est un liquide peu coûteux, sa chaleur spécifique est élevée : pour absorber 100 kilowatts en tolérant une élévation de température de 50° pour l'eau à la sortie, il suffit d'un demi-litre par seconde, soit 1,8 mètre cube à l'heure. Or, en employant l'eau sous pression, on peut absorber une énergie électrique considérable dépensée dans un petit volume. MM. Weiss et Picard ont fait passer un courant de 1.700 ampères dans un tube de cuivre, dont les diamètres intérieur et extérieur étaient respectivement 2,7 millimètres et 3 millimètres et où on lançait de l'eau à 7 atmosphères. Dans ces conditions, ce bout de tube absorbait 7,5 kilowatts. En tenant compte

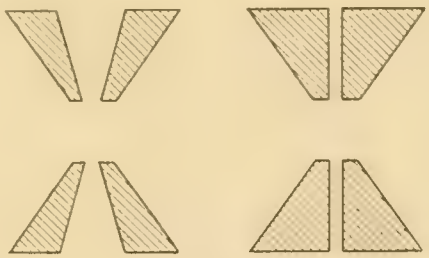


Fig. 4.

de l'espace occupé par l'isolant et en supposant que le tube a une section extérieure carrée (ce qui permet de l'enrouler sans perdre de place), on voit qu'on peut admettre que, dans 1 centimètre cube d'une bobine faite avec ce tube, on peut absorber 2 *kilowatts par centimètre cube du volume de la bobine* (le coefficient de foisonnement η étant voisin de 2 [1]).

Revenons alors à la bobine cylindrique représentée par la figure 1, et pour laquelle nous avions calculé qu'avec 800 kilowatts nous obtiendrions 100.000 gauss dans un creux de 1 centimètre de rayon. Le volume de cette bobine n'est que de 100 centimètres cubes environ. On ne peut donc y absorber que 200 kilowatts. Le champ donné par cette bobine ne peut, par conséquent, pas dépasser 50.000 gauss.

Comment aller plus loin? Il y a deux solutions : on peut d'abord s'écarter de la forme de la bobine,

[1] La bobine doit être faite en plusieurs sections comme les bobines des électro-aimants. Il faudrait tenir compte de la place nécessaire pour l'amenée de l'eau et du courant aux diverses sections. M. Weiss a remarqué que cette place peut être beaucoup réduite si l'on fournit à la bobine des courants *très intenses*; la pression de l'eau peut d'autre part être accrue.

qui est la plus avantageuse au point de vue du rendement. Si l'on prend, par exemple, comme le remarque M. Fabry, une bobine dont le rayon extérieur est égal à 8 fois le rayon du creux a et dont la longueur est égale à 9 a, la valeur de K devient égale à 0,15, mais le volume de la bobine est devenu 18 fois plus grand : on obtient[1] un appareil qui paraît réalisable et qui pourrait donner environ :

Avec	600 kilowatts. . .	65.000	gauss.
—	1.420 — . . .	109.000	—
—	3.600 — . . .	159.000	—

Une deuxième solution consiste à augmenter le creux de la bobine; elle repose, elle aussi, sur une remarque de M. Fabry. Quelle que soit la forme de la bobine, le problème de l'enlèvement de la chaleur de Joule devient de plus en plus facile à résoudre à mesure qu'on augmente ses dimensions : en effet, l'énergie nécessaire croît comme a, tandis que le volume dans lequel la chaleur est dégagée croît comme a^3.

Il suffirait par exemple de porter le rayon a de la bobine à 2 centimètres pour qu'on puisse, avec les données admises plus haut, réaliser la bobine cylindrique à rendement maximum de la figure 1 et obtenir :

Avec 1.600 kilowatts . . . 100.000 gauss.

L'appareil lui-même serait très peu coûteux : le volume à remplir de conducteur n'atteint pas un litre; la longue cavité cylindrique de 4 centimètres de diamètre permettrait déjà des expériences fort intéressantes, mais, comme précédemment, nous trouvons des valeurs considérables pour la puissance électrique nécessaire.

Il en serait de même *a fortiori* si l'on continuait à augmenter les dimensions. Si l'appareil reste semblable à lui-même, la densité de courant diminue (elle varie en raison inverse des dimensions linéaires). Avec un appareil suffisamment grand, le problème du refroidissement est alors extrêmement simple; de l'eau à la pression ordinaire devient suffisante et même avec des appareils plus gros, il est inutile de refroidir pour des essais de courte durée. *Il n'y a donc aucune difficulté technique à obtenir avec la bobine sans fer des champs dépassant largement 100.000 gauss; c'est uniquement une question d'argent.*

Mais cette question d'argent est très grave. Bornons-nous à chercher à utiliser une puissance de 2.000 kilowatts. Demandera-t-on cette puissance à un secteur urbain? Un tel secteur n'est généralement pas outillé pour la fournir à volonté et exigerait certainement tout au moins un minimum de consommation. Une expérience durant quelques heures coûterait des milliers de francs. Songera-t-on à aller s'installer là où l'énergie électrique est le meilleur marché, près d'un charbonnage ou près d'une usine électrochimique utilisant le courant continu? On trouverait, j'imagine, des usines dont la direction consentirait parfois à mettre les ressources d'une entreprise industrielle à la disposition de travailleurs dignes d'une telle confiance et soucieux de leur responsabilité; mais ce ne pourrait être que par intervalles, en profitant de circonstances exceptionnellement favorables : un travail régulier n'est plus possible. Construira-t-on enfin une usine indépendante pour produire l'énergie électrique nécessaire? Le capital à engager, en y comprenant les frais du personnel ouvrier devenu nécessaire, serait de l'ordre de 750.000 francs. *Quelle que soit la solution adoptée, l'emploi de la bobine sans fer, ou de tout autre appareil nécessitant des milliers de kilowatts, est extrêmement coûteux.*

2. *Emploi des basses températures.* — Nous avons supposé qu'on enlevait la chaleur dégagée par le courant avec de l'eau à la température ordinaire. Quel serait le résultat si on employait un liquide refroidi artificiellement?

En abaissant la température, on diminue la résistance du conducteur et, par conséquent, l'effet Joule; mais il faut, d'autre part, dépenser de l'énergie dans une machine frigorifique. Cette dépense supplémentaire dépasse, comme l'a remarqué M. Piccard, l'économie faite d'autre part. Un calcul simple montre, en effet, que, tant que la température n'est pas extrêmement abaissée, par suite tant que la résistance des métaux purs varie, *en gros*, comme la température absolue, les expériences deviennent plus coûteuses par l'emploi du froid. Pour qu'il y ait équivalence entre l'économie d'énergie électrique et la dépense de la machine frigorifique, il faudrait en effet que cette machine fût une machine idéale fonctionnant suivant un cycle de Carnot : or il est très loin d'en être ainsi. L'emploi d'une machine frigorifique diminue le rendement et rend les expériences plus coûteuses. En revanche, comme la chaleur à enlever pour un courant donné devient plus faible, on peut espérer dans une même bobine absorber un nombre plus élevé de kilowatts. Mais on n'y est pas encore arrivé, comme nous le verrons à propos des expériences de MM. Deslandres et Pérot.

Ces expériences ont été faites en refroidissant jusqu'à — 25° C. seulement. Des températures plus basses, comme celles qu'on obtient avec de l'air ou de l'hydrogène liquide, où la résistivité du

[1] Nous négligeons ici l'accroissement de la résistivité avec la température, et aussi la place prise par les conducteurs amenant l'eau et le courant, mais on peut choisir pour K une valeur plus avantageuse.

cuivre (et par suite l'effet Joule) deviennent respectivement 1/6 et 9/1.000 environ de ce qu'ils sont à la température ordinaire, sembleraient à priori plus avantageuses. Mais d'abord on n'a pas encore de liquide non volatil que l'on puisse, à cette température, faire circuler dans la bobine, et on ne peut guère songer à plonger celle-ci tout entière dans le gaz liquéfié. Puis le *rendement* reste très mauvais. M. Fabry calculait que, pour obtenir avec la bobine de la figure 1 un champ de 100.000 gauss, il fallait (en prenant $\eta = 1,5$) 100 kilowatts, et que, pour les absorber, il faudrait 1.440 litres d'air liquide par heure. Et M. Kamerlingh Onnes remarque que, pour faire 1 litre d'air liquide à l'heure, il faut 1/2 kilowatt environ : on dépenserait donc 7 fois plus d'énergie dans la machine frigorifique que dans la bobine. Avec l'hydrogène liquide, dont la production exige par litre 3/2 kilowatts environ, K. Onnes trouve que le rendement deviendrait plus défavorable encore.

L'emploi de ces gaz liquéfiés, pour refroidir une bobine sans fer, même s'il devient pratiquement possible, sera toujours d'un rendement désastreux : on ne peut guère songer à appliquer ce mode de refroidissement qu'à des appareils de très petit volume, ou à une partie seulement, la plus voisine de l'axe, d'une plus grande bobine.

3. *Expériences de K. Onnes sur les supraconducteurs* [1]. — La question a paru un instant changer d'aspect lorsqu'au Laboratoire cryogénique de Leyde, K. Onnes a découvert ce fait tout à fait imprévu qu'à des températures plus basses encore, obtenues avec de l'hélium liquide, la résistivité de certains métaux purs décroît énormément, la variation se faisant *brusquement* à une température déterminée. Dans le cas du mercure par exemple, c'est au voisinage de 4°2 (absolus) qu'on l'observe : au-dessous, vers 2° abs., la résistivité est moins du *milliardième* de ce qu'elle est à la température ordinaire. Le plomb à 6° abs., le zinc à 3°8 deviennent de même, brusquement eux aussi, des *supraconducteurs*.

On pouvait donc espérer obtenir des champs très intenses avec des bobines sans fer formées de ces supraconducteurs. Cette solution serait particulièrement élégante puisqu'elle supprimerait à la fois l'énorme dépense d'énergie qu'entraîne l'entretien d'un champ magnétique intense et la difficulté qu'il y a à enlever la chaleur correspondante.

M. Kamerlingh Onnes a naturellement fait des essais dans cette direction. Mais des difficultés extrêmement graves se sont présentées. Leur étude a conduit par contre M. K. Onnes à la découverte d'autres faits imprévus : les supraconducteurs ne conservent pas leurs propriétés lorsqu'on les place dans un champ magnétique. La résistance du plomb, par exemple, amené à l'état de supraconducteur, augmente *brusquement* dès qu'on le place dans un champ magnétique de l'ordre de 600 gauss. D'autre part, on ne peut augmenter, pour un fil supraconducteur, la valeur de l'intensité du courant au delà d'une certaine valeur critique sans que la résistance croisse brusquement : cette autre propriété est peut-être liée à la précédente, car un champ intense existe toujours à la surface d'un fil *fin* parcouru par un fort courant. Ces propriétés très remarquables, dont M. Kamerlingh Onnes poursuit actuellement l'étude, paraissent bien s'opposer à l'emploi, pour l'obtention des champs magnétiques intenses, des métaux devenus supra-conducteurs à ces températures voisines du zéro absolu.

II. — L'Electro-aimant avec noyau de fer.

§ 1. — L'électro-aimant ordinaire.

Qu'arrive-t-il lorsqu'on met du fer dans une bobine ? Considérons d'abord un cas particulièrement simple : le noyau de fer doux est interrompu au centre de la bobine par une étroite coupure

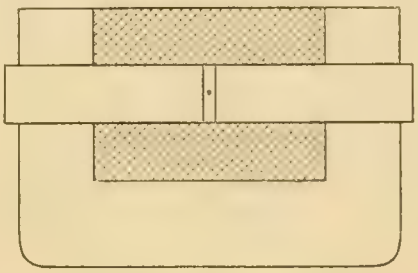


Fig. 5.

limitée par deux faces planes normales à l'axe, et ses deux extrémités sont réunies à l'extérieur par une culasse de large section, dont je supposerai toujours, pour simplifier, la résistance magnétique négligeable (fig. 5). Dans ces conditions, au champ direct h de la bobine se superpose le champ H_f produit par le fer uniformément aimanté. H_f est, dans ce cas, égal à $4\pi I$, I étant l'intensité d'aimantation, et le champ résultant $h + H_f$ sera précisément ce qu'on appelle l'*induction* B dans le fer. On a :

$$H = B = h + 4\pi I = \mu h,$$

μ étant la perméabilité qui varie avec h.

La variation de I avec h est d'abord très rapide, puis à peine sensible lorsque la « saturation » est atteinte ; un exemple est donné figure 6.

Les variations correspondantes de μ sont représentées par la figure 7. On y voit que μ varie considérablement en fonction du champ magnétisant,

[1] K. Onnes : *Communications Leiden Phys. Laboratory*, nos 133 et 139. — *Suppléments*, nos 34 et 35.

mais qu'il reste supérieur à l'unité : le fer, incomparablement plus perméable que l'air lorsque le champ est faible, reste encore un peu plus perméable que lui pour de grandes valeurs du champ.

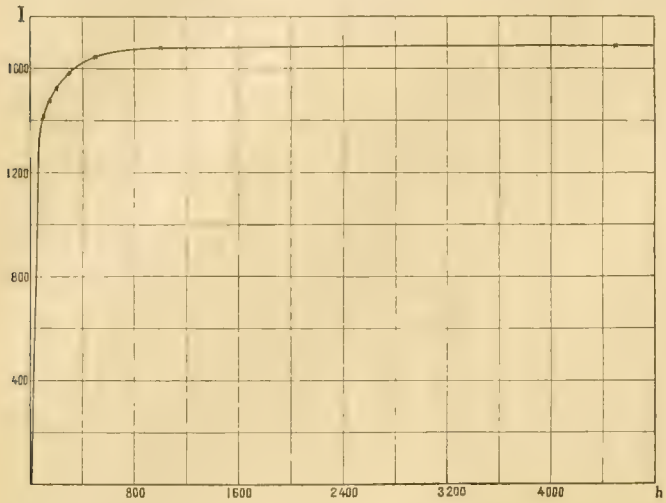


Fig. 6. — *Variation de l'intensité d'aimantation avec le champ magnétisant* h.

La caractéristique de l'électro-aimant considéré s'obtient facilement : on construit d'abord celle de la bobine seule (courbe h), puis on multiplie chaque ordonnée telle que Ph par la valeur de μ correspondante donnée par la figure 7. L'ascension de la courbe caractéristique (fig. 8), d'abord très rapide, se fait de plus en plus lentement, mais le champ augmente toujours néanmoins avec l'énergie dépensée. La différence Hh entre les ordonnées des deux courbes représente le gain dû à la présence du fer, gain qui est obtenu en régime permanent sans aucune dépense d'énergie.

Nous venons d'examiner un électro-aimant très particulier, mais les résultats essentiels qu'il nous a fournis sont généraux et s'appliquent à tous les électro-aimants ; la valeur du champ sera toujours la somme de deux termes : d'abord le champ direct des bobines au point d'utilisation, puis le champ dû au fer aimanté, qui peut être beaucoup plus important que le terme précédent et qui, toujours, est obtenu gratuitement une fois que le courant a pris sa valeur de régime. *On améliore toujours le rendement en mettant du fer dans une bobine.*

La courbe caractéristique peut être calculée facilement dans les cas simples où l'aimantation est uniforme. Imaginons d'abord (fig. 9) que l'on élargisse simplement l'entrefer de l'instrument précédent : rien n'est changé, sinon la valeur de H$_f$, qui devient plus petite :

$$H_f = 4\pi I(1 - \cos\alpha).$$

Supposons maintenant (fig. 10) que la bobine soit elle-même formée de deux parties séparées. Les noyaux peuvent encore ici être supposés uniformément aimantés, mais le champ direct des bobines au point d'utilisation O est plus petit que le champ h qui aimante les noyaux ; il lui est d'ailleurs proportionnel et est de la forme εh, ε étant un coefficient plus petit que 1. On aura donc pour le champ résultant :

$$H = H_f + \varepsilon h.$$

Munissons enfin (fig. 11) les noyaux de pièces polaires concentrant le flux magnétique dans un espace plus petit ; nous obtenons un électro-aimant. Lorsque les pièces polaires ont la forme de troncs de cônes ayant un sommet commun O et le même angle 2α, on calcule facilement, en *supposant que l'aimantation reste encore partout uniforme*, la valeur du terme H$_f$. On trouve

$$H_f = 4\pi I\left(1 - \cos\alpha + \sin^2\alpha\cos\alpha\log_e\frac{R}{r}\right),$$

R étant le rayon des noyaux, r celui des faces terminales. On en déduit (Ewing, Weiss[1]) la valeur la plus avantageuse à donner à l'angle α, celle qui, dans des conditions données, permet d'obtenir le champ le plus intense. Si l'entrefer a une longueur donnée, cet angle optimum des pièces polaires est

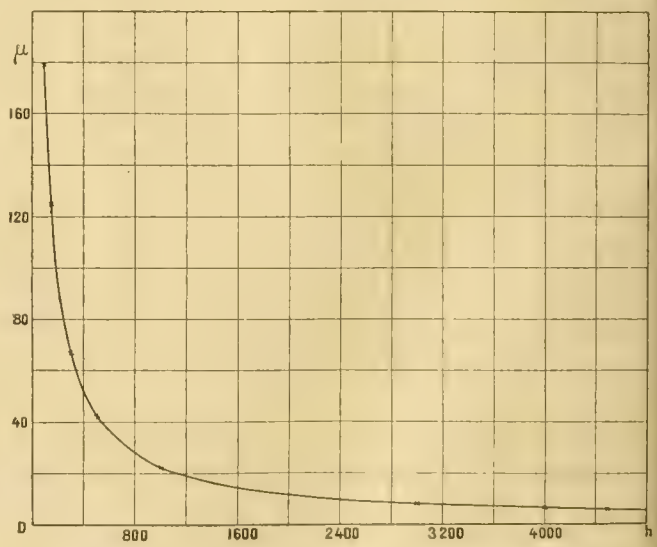


Fig. 7. — *Variation de la perméabilité avec le champ magnétisant* h.

voisin de 55° (tg $\alpha = \sqrt{2}$) : ce sont des valeurs voisines qu'on adopte en effet.

Cette partie du champ H$_f$ due aux pièces polaires

[1] P. Weiss : *Journal de Physique*, (4), t. VI, 1907, p. 361. — Pour la théorie des pièces polaires, voir aussi du Bois : *Annalen der Physik*, t. XLII, 1913, p. 903.

est de beaucoup la plus importante dans les électro-aimants ordinaires ; sa grandeur dépend des propriétés magnétiques du métal employé pour les

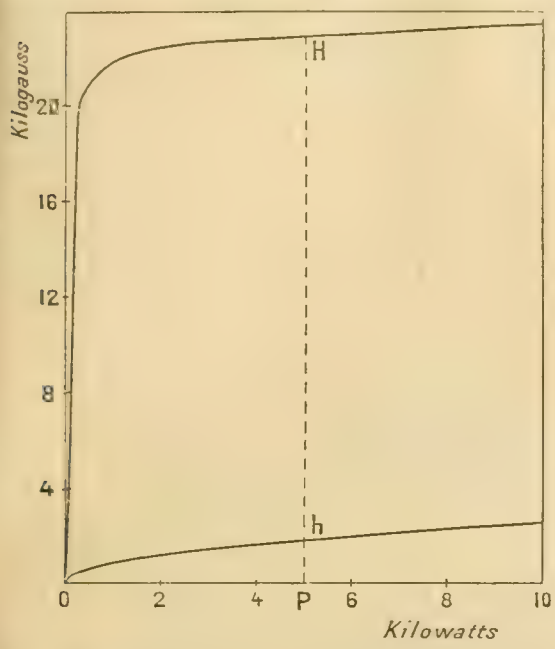


Fig. 8. — *Caractéristique d'un électro-aimant avec noyau de fer* (champ produit en fonction de l'énergie dépensée). — En bas, courbe de la bobine seule; en haut, courbe de l'électro-aimant total.

noyaux et surtout de celui qui forme les pièces polaires. Un progrès important a été réalisé par P. Weiss lorsqu'il a été conduit par ses recherches sur les magnétons à trouver un alliage, le *ferro-cobalt*, qui, pour des valeurs élevées du champ magnétisant, a une aimantation dépassant d'environ 10 °/₀ celle du fer lui-même. Même en se bornant, comme on a dû le faire jusqu'ici, à employer le ferro-cobalt seulement pour la partie centrale des

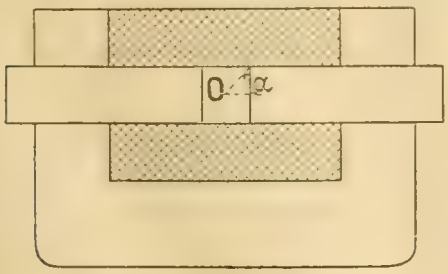


Fig. 9.

pièces polaires, celle qui se sature le plus vite, le gain pour le champ est déjà notable : il est obtenu sans aucune dépense d'énergie supplémentaire.

La partie du champ εh due à l'action directe des bobines est beaucoup moins importante, avec les électro-aimants ordinaires, que le champ H_f. C'est cependant par la valeur plus ou moins grande de ce faible appoint que diffèrent surtout les valeurs des champs obtenus avec divers types d'électro-aimants construits pour les laboratoires pendant ces dernières années. Dans tous ces modèles, qu'il s'agisse des électro-aimants de du Bois, de ceux de Weiss, des électro-aimants *cuirassés* de Limb (où la carcasse entoure les noyaux et les bobines et est formée de deux parties mobiles qu'on peut écarter pour

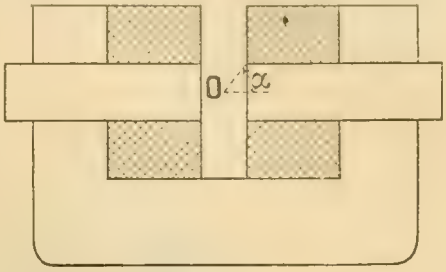


Fig. 10.

disposer les appareils dans l'entrefer), des électro-aimants droits d'Ollivier (qui se composent seulement de deux longs noyaux coaxiaux), le fer devient rapidement saturé, et des instruments de même diamètre de noyaux donnent dans le même entrefer des champs qui ne diffèrent pas beaucoup d'un modèle à l'autre. On a donc été conduit, toutes les fois qu'on s'est préoccupé d'accroître les valeurs numériques des champs mesurés, à augmenter progressivement l'importance du terme εh, en même temps qu'on augmentait les dimensions des appareils. C'est pour cette raison que P. Weiss, dans les différents modèles qu'il a successivement fait construire et étudiés pendant ces vingt dernières années, a diminué puis supprimé tout à fait les bobines qu'il plaçait au début autour de la culasse. Il est donc revenu à la disposition adoptée par

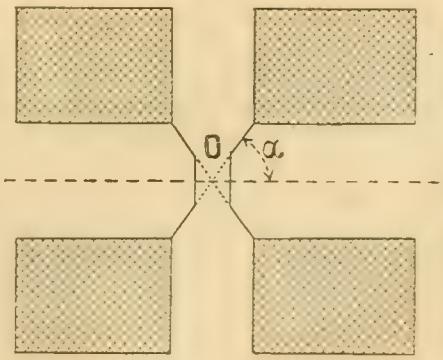


Fig. 11.

Ruhmkorff, mais en donnant à la carcasse une forme plus rationnelle. C'est ce que Limb avait fait de son côté dans ses électros cuirassés. Dans le modèle du Laboratoire de M. Bouty (noyaux de 12 centimètres), les bobines sont même disposées

de façon à pouvoir, quand les expériences le permettent, être rapprochées jusqu'à se joindre, de façon à *entourer* les pôles. De même, si on compare les modèles successifs des électros de du Bois, on trouve qu'il a, lui aussi, augmenté progressivement l'importance des bobines voisines des pôles.

Le champ direct εh que les bobines produisent dans l'entrefer varie avec le coefficient ε, c'est-à-dire avec le profil donné aux bobines; d'autre part, il augmente proportionnellement à h. Il est donc proportionnel au courant i (ou à la racine carrée de l'énergie dépensée dans les bobines). Weiss a donc été conduit à refroidir les bobines pour leur faire supporter des courants plus intenses. Dans les modèles récents, l'enroulement lui-même est formé par les tubes de cuivre où l'eau circule, en arrivant froide dans les spires les plus voisines des noyaux. Le courant d'eau d'une conduite unique se répartit, à l'aide de raccords isolants, entre diverses *sections* constituant le bobinage. Ce dispositif très efficace a, en outre, l'avantage, précieux dans toutes les recherches de précision, que les noyaux ne se dilatent pas et que l'entrefer garde des dimensions invariables. De plus, il s'établit bien vite un état de régime des températures pendant lequel la résistance électrique de la bobine reste constante, ce qui permet d'assurer plus facilement la constance du courant lui-même.

La figure 12 représente le modèle le plus récent des électro-aimants Weiss, l'électro-aimant du Muséum construit par les Ateliers Œrlikon pour M. J. Becquerel. Cet appareil ne dépasse pas par ses dimensions plusieurs modèles construits antérieurement par la même maison; la culasse a été coulée dans le même moule, et les noyaux (en y comprenant le tube central des bobines, qui est en fer) ont conservé le même diamètre : 17 cm. 5. Mais il a bénéficié des deux perfectionnements récents (ferro-cobalt, enroulement en tubes) qui viennent d'être signalés.

La mesure des champs donnés par cet instrument a été faite à Zurich par MM. P. Weiss, Piccard et Fortrat[1]. La figure 13 donne pour un entrefer limité par deux disques de 3 millimètres de diamètre, distants de 2 millimètres, le champ en fonction du nombre d'ampères-tours : on voit que la partie de la courbe à ascension lente, correspondant à la saturation du fer, est très vite atteinte, de sorte qu'on augmente le champ de 1.800 gauss en passant de 100.000 ampères-tours à 200.000 ampères-tours. Un instrument où il y a deux fois moins de spires, deux fois moins de cuivre, donne presque les mêmes champs, mais l'avantage qu'il y a à ne pas épargner le cuivre et à travailler dans cette partie de la courbe où le fer est saturé est que le courant peut varier de 2 % par exemple, au cours d'une expérience, sans que le champ varie du millième.

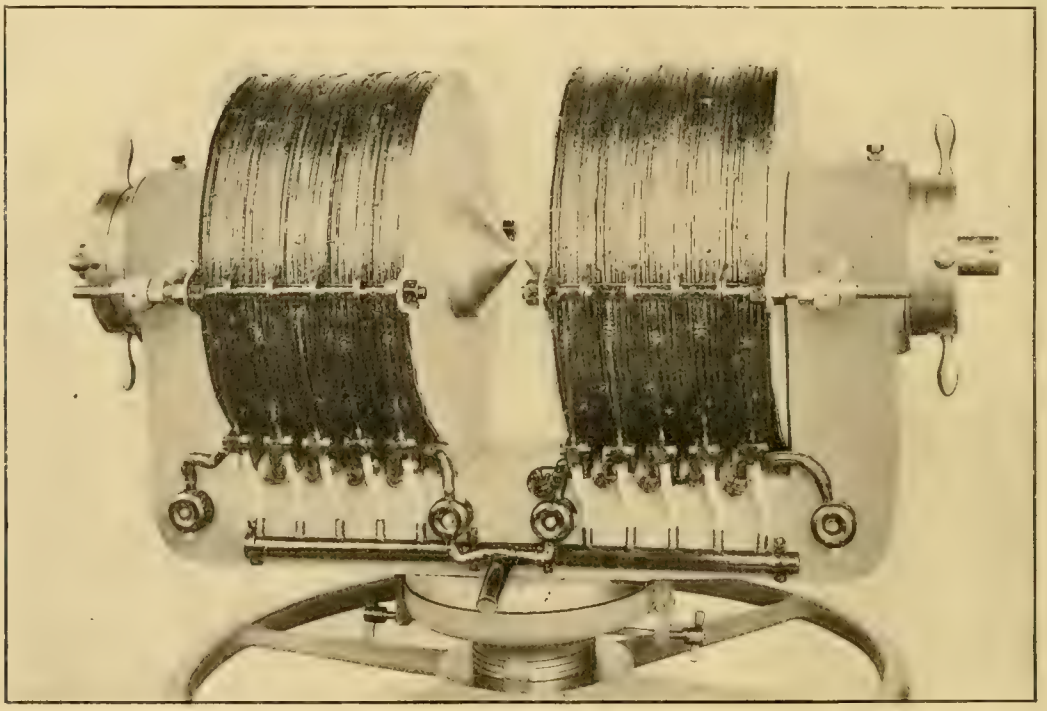


Fig. 12. — *Electro-aimant du type Weiss, construit pour le Muséum de Paris par les ateliers d'Œrlikon.*

[1] *Comptes rendus Acad. Sc. Paris*, t. CLVI, 30 juin 1913, p. 1970.

La figure 14 donne la caractéristique de l'instrument pour le même entrefer, c'est-à-dire les champs en fonction des kilowatts dépensés. Elle montre,

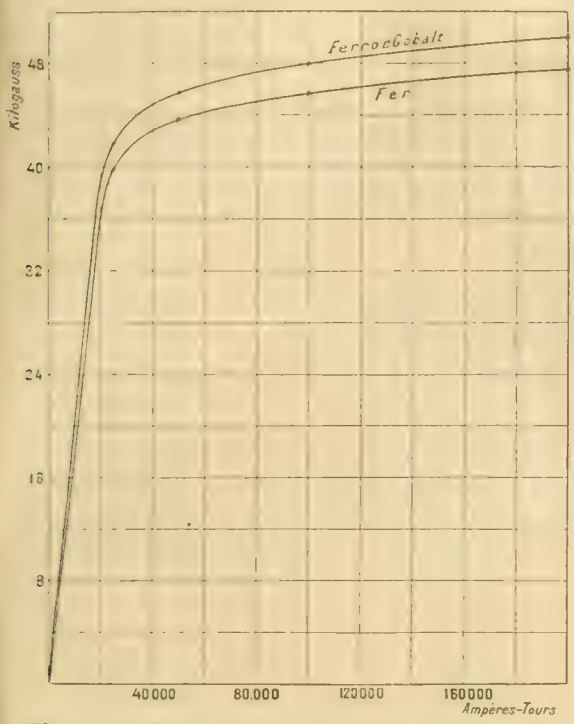


Fig. 13. — *Champ de l'électro-aimant de la figure 12 en fonction du nombre d'ampères-tours.*

d'une autre manière, l'avantage du ferro-cobalt, qui permet d'obtenir les mêmes champs avec une dépense beaucoup moindre. Elle montre aussi combien il serait difficile, avec un tel électro-aimant, d'accroître encore sensiblement les champs obtenus dans un entrefer donné : les deux courbes de la figure finissent par devenir sensiblement parallèles, ce qui montre que le gain obtenu lorsqu'on augmente l'excitation est dû presque uniquement au champ direct des bobines. Ce champ εh est de l'ordre de 2.000 gauss pour les fortes excitations.

§ 2. — **Agrandissement d'un électro-aimant.**

Nous venons d'étudier un électro-aimant Weiss du modèle le plus perfectionné. Il nous faut des champs plus étendus et plus intenses que ceux qu'il peut produire; la question suivante se pose alors : Quels sont les résultats qu'on peut attendre d'un instrument du même modèle, mais beaucoup plus gros, et comment convient-il de le construire?

Supposons qu'on veuille réaliser un électro-aimant de 1 mètre de diamètre de noyaux, c'est-à-dire d'un diamètre $\lambda = 5{,}7$ fois plus grand que celui des noyaux de l'appareil précédent. Il y a un cas où on peut prévoir aussitôt, en toute rigueur, les résultats que donnera l'instrument agrandi; c'est celui où l'on multiplie *toutes les dimensions linéaires* de l'instrument, y compris celles de l'entrefer, du conducteur, etc., par le même facteur λ. La règle de similitude déjà rencontrée pour la bobine sans fer est encore applicable à un électro-aimant; elle nous apprend que nous obtiendrons les mêmes champs dans des entrefers correspondants, pourvu que l'on dépense λ fois plus d'énergie dans le grand instrument. Les entrefers, dans le cas actuel, auront toutes leurs dimensions linéaires

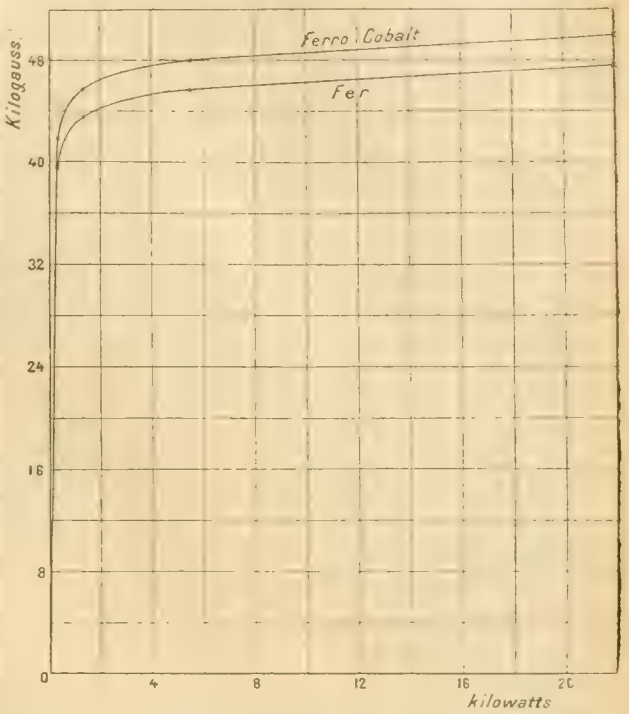


Fig. 14. — *Caractéristique de l'électro-aimant de la figure 12 en fonction de l'énergie dépensée.*

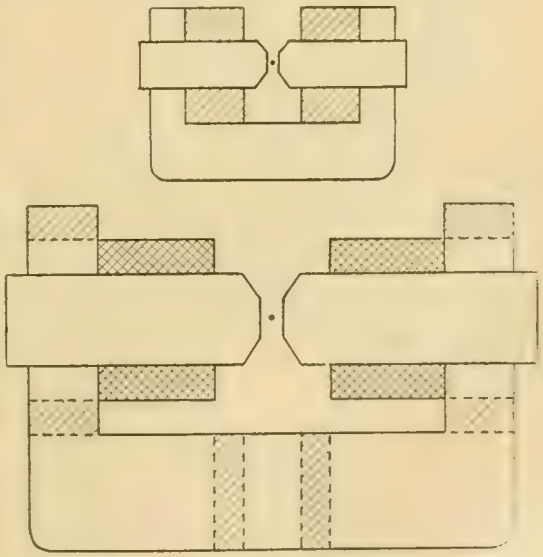


Fig. 15. — *Agrandissement d'un électro-aimant du type Weiss.*

multipliées par 5,7; les volumes correspondants seront multipliés par le cube de 5,7, soit 185 : on aura donc un énorme gain en ce qui concerne l'étendue des champs réalisables et la facilité des expériences. Mais l'instrument ainsi agrandi aurait un volume et un poids multipliés par 185, il ne renfermerait pas moins de 68 tonnes de cuivre !

Or il n'est pas nécessaire de multiplier par λ les dimensions linéaires des bobines. Considérons le champ dû au fer. Pour qu'il reste le même, il suffit que le fer garde en des points correspondants la même intensité d'aimantation. On trouve qu'il en est ainsi, *en première approximation*, si le nombre des ampères-tours est multiplié par λ. Cela conduit à réduire considérablement, à partir de ce que donnerait la règle de similitude exacte, le volume des bobines, par suite le poids et le prix de l'enroulement. On peut, par exemple, conserver le même fil et multiplier par λ la longueur seulement de la bobine.

On peut alors remarquer qu'il y a des parties de la carcasse agrandie qui ne sont plus nécessaires. On les supprimera (voir fig. 15). D'autre part, il n'est pas indispensable de multiplier par λ la distance entre les joues adjacentes des bobines : elles seront relativement plus rapprochées que dans un petit électro-aimant, ce qui n'a que des avantages au point de vue du champ. A mesure qu'on agrandit un instrument, on est donc conduit à lui donner une forme moins haute et plus ramassée, et on pourra multiplier le nombre des ampères-tours par un facteur un peu plus petit que λ.

1. *Avant-projet d'un électro-aimant de 1 mètre de diamètre de noyaux.* — L'instrument que nous avons étudié précédemment était, nous l'avons vu, déjà largement saturé pour 100.000 ampères-tours. Pour un instrument de noyaux de 1 mètre de diamètre, on est donc conduit à prévoir environ 500.000 ampères-tours. On peut arriver à réaliser ce nombre d'ampères-tours de bien des façons. Le problème consistant à « loger » un nombre donné d'ampères-tours est toujours très facile pour un grand instrument, mais les différences entre les diverses solutions peuvent être importantes et il faut tenir compte, autant que possible, des exigences variées auxquelles il faut satisfaire.

D'abord, il faut que l'on puisse se servir de l'instrument en toute sécurité, sans aucun risque d'échauffement excessif et en employant simplement pour refroidir l'eau à basse pression. Pour cela, il faut que la *densité moyenne* du courant d ne soit pas trop grande. On appelle ainsi le nombre d'ampères qui traversent l'unité de section de la méridienne de la bobine. Cette densité d étant fixée, *l'aire* S de la méridienne est alors déterminée par le nombre d'ampères-tours (Sd).

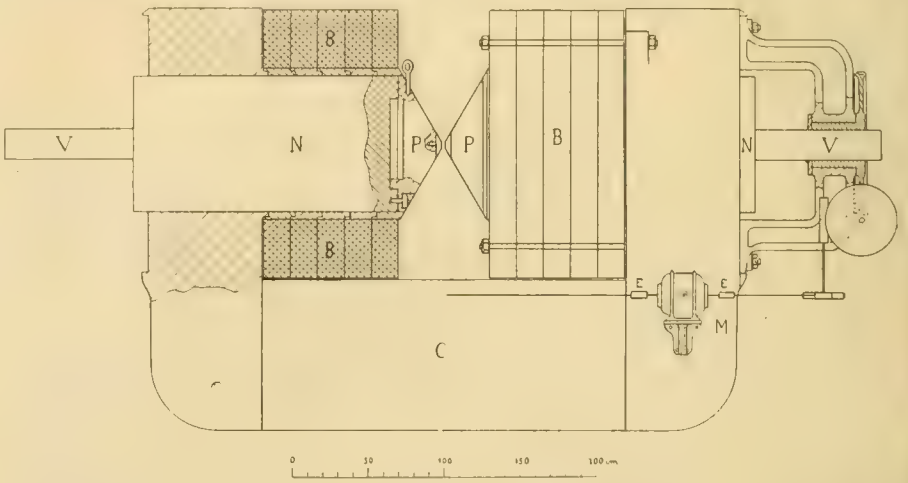


Fig. 16. — *Avant projet* (n° II) *d'un électro Weiss type Œrlikon de 100 tonnes* (sans les bobines polaires). *Elévation et coupe.*

Données générales : Poids de la culasse C : 60 tonnes ; des noyaux mobiles N : 17,1 tonnes. — 3 jeux de pièces polaires P coniques et 1 jeu de pièces planes, ensemble 5 tonnes, plus 200 kilogs environ de ferrocobalt.

Diamètre moyen des bobines : 138 centimètres ; différence des rayons : 39 centimètres. Carcasses des bobines : fer, 2,1 tonnes ; laiton, 2,5 tonnes. Poids du cuivre de l'enroulement : 13,72 tonnes ; longueur totale : 10,8 kilomètres ; résistance : 1,25 ohm ; nombre de tours : 125 pour chacune des 20 sections, soit 2.500 tours.

Excitation normale : 500.000 ampères-tours, 50 kilowatts (250 volts × 200 ampères). — Excitation maximum : 1.000.000 ampères-tours, 200 kilowatts (500 volts × 400 ampères).

Le volume V de la gorge de la bobine, c'est-à-dire le volume engendré par S tournant autour de l'axe et qu'il faudra garnir de cuivre isolé, ne doit pas être trop grand. Quelle que soit, en effet, la forme qu'on donnera au conducteur, le volume du cuivre (par suite son prix), et aussi la puissance nécessaire (par suite le coût des expériences), sont proportionnels à V. La considération du théorème de Guldin qui relie V à S conduirait à rapprocher de l'axe le centre de gravité de l'aire S. Des bobines allongées seront donc plus économiques quant à l'achat et quant au fonctionnement. Mais, d'autre part, si on emploie des bobines courtes, on peut aussi raccourcir les noyaux, diminuer par suite le nombre prévu d'ampères-tours ; enfin, le champ direct des bobines fournit un appoint qui n'est pas complètement né-

gligeable. Cette dernière considération conduirait au contraire à choisir des bobines larges. On doit donc, en choisissant cette fois *la forme* de la méridienne S, tenir compte de ces conditions contradictoires : la considération de la valeur du champ, et la raison d'économie, sont, ici encore, en désaccord complet.

La densité moyenne d étant donnée, la densité vraie du courant dans le cuivre δ (nombre d'ampères par millimètre carré de section du cuivre) peut varier dans de larges limites[1]; on peut par exemple faire passer le même courant dans deux tubes de cuivre de même diamètre extérieur, l'un ayant des parois très minces, l'autre des parois très épaisses. Dans le premier cas, la bobine sera moins coûteuse ; dans le second cas, elle sera moins résistante et il faudra moins d'énergie pour alimenter le courant. On se trouve ici *à peu près* dans la même alternative que lorsqu'il s'agit de transmettre de l'énergie électrique à distance : établira-t-on entre les deux stations une ligne de faible section peu coûteuse, mais qui dissipera beaucoup d'énergie pendant le fonctionnement, ou bien fera-t-on les frais d'une canalisation de large section, plus chère, mais qui, par la suite, sera d'un fonctionnement plus économique? Lord Kelvin, on le sait, a indiqué dans ce cas la meilleure solution à adopter. M. Weiss, pour le problème qui nous occupe, calcule la densité de courant δ (indépendante d'ailleurs des dimensions de l'instrument) qui correspond aux meilleures conditions économiques[1]. Pratiquement, on peut s'écarter assez largement de cette valeur optimum de δ. D'ailleurs, pour la déterminer en toute rigueur, il faudrait connaître non seulement le prix du kilowatt-heure q à l'endroit où sera installé l'instrument, mais la durée T du fonctionnement annuel. Il faut donc faire plusieurs projets suivant la valeur admise pour le produit qT.

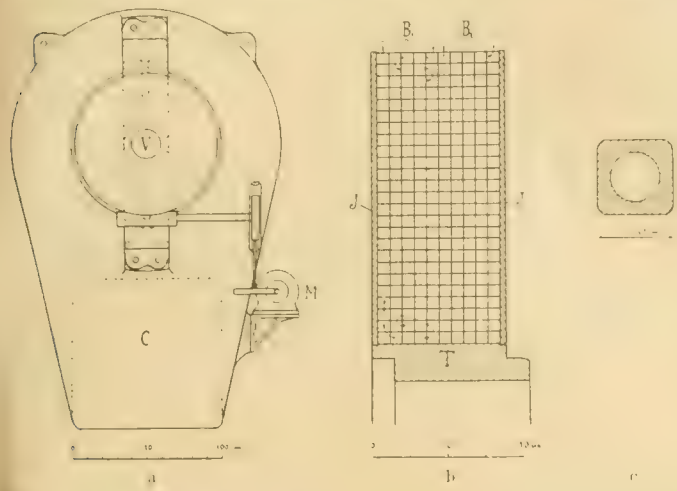


Fig. 17. — *Même avant-projet. En* a, *vue en bout. En* b, *vue d'une carcasse d'une bobine élémentaire.* T, tube de fer; J, joues de laiton. La marche de la circulation d'eau dans le tube de cuivre formant 2 sections est figurée par des flèches. *En* c, *coupe du tube.* Côté du tube nu : 14,7 millimètres; isolé : 15,5; diamètre intérieur : 9,7 millimètres. Densité du courant δ sous l'excitation normale de 50 kilowatts : $\delta = 1,4$ ampère par millimètre carré. Élévation de température de l'eau à la sortie (pour 50 kilowatts) : 12°,5 pour la pression de 5 atm. et un débit de 55 litres par minute.

C'est ce qu'a fait M. P. Weiss en collaboration avec M. Piccard. Je donnerai ici, en les empruntant au Rapport de M. Weiss à la Commission de l'Académie des Sciences, quelques détails sur l'un de ces projets, celui qui correspond à une valeur de qT égale à 100 francs par kilowatt-an : (par exemple, on admet 200 heures de fonctionnement au régime normal, le kilowatt-heure continu étant au prix, relativement élevé, de 0 fr. 50). La valeur théorique de δ est alors 1,67 ampère par millimètre carré.

Les figures 16 et 17 et les légendes qui y sont jointes précisent les données générales de ce projet, tel qu'on peut l'établir avant l'entente avec le constructeur. C'est encore un électro-aimant Weiss et, à la grandeur près, du type récemment exécuté à plusieurs exemplaires par les ateliers de construction d'Œrlikon, près de Zurich[2]. La culasse C pèse 60 tonnes environ : elle peut encore être transportée par voie ferrée. Malgré sa forme, qui, dans ce projet, est celle d'un rectangle ouvert, elle est assez rigide pour

[1] Elle varie déjà énormément pour un fil plongé simplement dans l'air. L'exemple suivant est frappant. M. Féry (Thèse 1902) signale qu'un fil *très fin* (suspension de galvanomètre, fil d'argent, diamètre 0,02 millimètre) supporte des densités de plus de 2.000 ampères par millimètre carré et ne fond même que pour 2 ampères.

[1] Soit v le volume du cuivre de la bobine, égal à $\frac{V}{\delta}$, la puissance nécessaire est égale à $RI^2 = \rho\delta^2 v = V\eta\rho d^2$. Appelons D la densité du cuivre, p le prix du kilog de tube isolé, r le taux d'amortissement du capital engagé (0,1 p. ex.). La dépense totale annuelle est la somme de deux termes : 1° la dépense annuelle résultant de l'amortissement du prix d'achat $D\frac{V}{\eta}pr$; 2° la dépense annuelle d'énergie $V\eta\rho d^2 q$T. Le produit de ces deux termes est constant, la somme est minimum quand les deux termes sont égaux, ce qui donne pour $\eta d = \delta$, en ampères par millimètre carré :

$$\delta^2 = \frac{Dpr}{\rho q T} \times 10^4.$$

On voit que, si on double par exemple la quantité de cuivre la plus favorable, la dépense *totale* annuelle n'est augmentée que de 25 %.

[2] Cet électro-aimant sera construit en France. Les Directeurs des Ateliers d'Œrlikon, que je suis heureux de remercier ici, ont bien voulu, dans l'intérêt de la recherche scientifique, renoncer pour cet instrument de dimensions exceptionnelles aux droits de licence des brevets qu'ils possèdent.

que l'attraction entre les noyaux, qui peut atteindre 120 tonnes, ne la déforme pas sensiblement. Les noyaux ont 1 mètre de diamètre en y comprenant le tube central T des bobines fixes, qui est en fer, de sorte que la partie mobile N des noyaux n'a que 90 centimètres de diamètre et pèse pour chacun d'eux 8,5 tonnes. Un pont roulant de 9 tonnes, non représenté sur la figure, permettra de les mettre en place et servira en outre lors du changement des pièces polaires. Les parties terminales de ces dernières, amovibles, seront assez légères pour qu'on puisse très facilement les substituer les unes aux autres, ce qui se produira beaucoup plus souvent que le changement des pièces polaires elles-mêmes. Malgré le poids considérable de la partie mobile, on a trouvé qu'un moteur M de 2 kilowatts suffira pour déplacer d'un mouvement micrométrique, avec la vis V, l'un ou l'autre à volonté des noyaux mobiles.

Le conducteur est un tube de cuivre à section carrée (voir fig. 17) : c'est la forme la plus avantageuse pour l'économie de place et la facilité du bobinage : les tubes de cette forme sont un peu plus coûteux, mais ils permettent une économie de 10 °/₀ sur le poids de cuivre. La cavité cylindrique où l'eau s'écoule a une section circulaire : c'est la forme qui offre le moins de résistance à la circulation d'eau et réduit au minimum le volume qu'elle occupe. Chacune des bobines comprend dix sections portées par cinq carcasses indépendantes; l'enroulement a été prévu de telle façon que, pour l'excitation normale de 500.000 ampères-tours, la densité de courant soit 1,4 ampère par millimètre carré, voisine de la valeur théorique. Dans ces conditions, l'instrument fonctionne en absorbant 50 kilowatts seulement. Le poids élevé du cuivre dans ce projet (il y en a près de 14 tonnes) rend l'instrument coûteux, mais en revanche les expériences seront peu dispendieuses.

Lorsque l'instrument fonctionnera sous l'excitation normale de 50 kilowatts (250 volts × 200 ampères, par exemple), la densité *moyenne* du courant d ne sera que 0,83 ampère par millimètre carré; l'eau sortira alors des spires extérieures des bobines, où elle est la plus chaude, à une température qui ne dépassera que de 12°,5 la température initiale, si la pression disponible est de 3 atmosphères. Or l'expérience des électro-aimants ainsi refroidis montre qu'une élévation de température de 80° ne trouble pas le fonctionnement. On pourra donc sans aucune difficulté doubler le nombre d'ampères, obtenir 1 million d'ampères-tours, et absorber 200 kilowatts (500 volts × 400 ampères) en régime permanent : l'élévation de température de l'eau dans ces conditions ne sera encore que de 50°. Le gain ainsi obtenu pour le champ ne sera pas considérable, de moins de 2.000 gauss; il est cependant appréciable, puisqu'il est obtenu sans aucune modification de l'appareil, sans que le fonctionnement cesse d'être tout à fait sûr, et sans que de légères variations du courant modifient l'intensité du champ d'une façon appréciable.

2. *Valeurs des champs obtenus.* — Quelles sont maintenant les valeurs du champ qu'on peut espérer obtenir et dans quels entrefers pourra-t-on travailler? L'étude soignée faite au Laboratoire de Pierre Weiss par MM. Piccard et Forrer, de l'électro-aimant précédemment cité, permet, par application de la règle de similitude, de dresser le tableau suivant, où l'on a admis que l'instrument fonctionnait avec 200 kilowatts [1] :

Champs magnétiques prévus pour le gros électro-aimant Weiss sans les bobines polaires (Puissance admise : 200 kw.; Puissance normale : 50 kw.).

ENTREFERS		CHAMPS
DIAMÈTRE surf. front.	ÉCARTEMENT surf. front.	en gauss.
3mm	2mm	70.100*
5,7	3,5	64.500*
	5	61.400*
	10	55.200*
17,2	5	58.000
	10	53.000
	15	48.700
28,5	5	54.200
	10	50.700
	25	48.000
55,5	5	47.400
	20	41.750
	40	36.000
85,5	20	39.450
	40	35.600
	80	28.850
230	40	31.650
	100	26.200
	200	19.450
515	100	22.850
	200	16.970
	300	13.400
900	5	23.600
	200	7.420
	300	5.140

Ce tableau montre que l'avantage principal de l'appareil ainsi prévu consiste dans le grand accroissement des dimensions des entrefers. On obtient d'abord les mêmes champs que dans

[1] Ce calcul est très sûr, sauf pour les petits entrefers, où il y a une incertitude de quelques centièmes (nombres marqués d'un astérisque). On a admis que les quatre premières paires de pièces polaires étaient munies en partie de ferro-cobalt. Il faudrait réduire les quatre premiers champs de 8 °/₀, les trois suivants de 7 °/₀, et les trois suivants de 6 °/₀ pour avoir ce que donneraient des pièces polaires en fer.

l'appareil du Muséum, mais dans des volumes presque deux cents fois plus grands. On voit sans peine que des recherches nombreuses, portant par exemple sur la polarisation rotatoire magnétique, la biréfringence magnétique, la déviation des projectiles électrisés, etc., se trouveraient énormément facilitées par la construction de cet instrument. Des questions importantes comme celle des retards absolus dans la biréfringence magnétique deviendraient abordables.

On voit, d'autre part, que le gain serait également notable en ce qui concerne la valeur des champs dans des entrefers plus petits. On pourrait faire commodément des recherches avec des champs de 50.000 gauss dans des entrefers où l'on n'obtient guère actuellement que 30.000 unités. On pourrait faire encore aisément bon nombre d'expériences avec des champs de l'ordre de 60.000 gauss. Mais avec le plus petit entrefer indiqué (3×2 millimètres), le champ est de 70.000 gauss et un aussi petit entrefer a pu être très rarement utilisé. La raison de cet accroissement très lent du champ maximum utilisable avec les dimensions générales de l'instrument se trouve dans la loi logarithmique qui exprime approximativement, comme on l'a vu, la variation du champ avec le rapport $\frac{R}{r}$ des rayons extrêmes des pièces polaires tronconiques : en dernière analyse, cette variation lente provient de la loi élémentaire elle-même des actions magnétiques, qui varient en raison inverse du carré de la distance.

Si l'on veut faire des expériences avec des champs magnétiques de l'ordre de 100.000 gauss, on ne peut donc songer à accroître encore les dimensions. Aussi, dès que nous eûmes, M. Weiss et moi, envisagé le projet actuel, nous nous étions préoccupés de la façon d'obtenir avec l'instrument prévu des champs plus intenses.

Nous verrons, dans la seconde partie de cet article, que l'on peut facilement compléter l'appareil précédent de façon à lui faire produire 100.000 gauss et plus. Mais, avant d'indiquer cette solution, nous signalerons les essais intéressants que MM. Deslandres et Pérot ont faits dans une direction différente.

A. Cotton.
Professeur adjoint à la Sorbonne,
Maître de Conférences à l'École Normale.

LE MONT KÉNYA

EN AFRIQUE ORIENTALE ANGLAISE

C'est du côté oriental que se trouvent les trois seules montagnes de l'Afrique intertropicale s'élevant à plus de 5.000 mètres d'altitude et dont les sommets sont couverts de neiges éternelles. Ces trois montagnes sont le Kilimandjaro, le Kénya et le Ruwenzori.

Le Kilimandjaro, situé en Afrique orientale allemande, dresse son dôme étincelant à plus de 6.000 mètres d'altitude, par 3° de lat. S. à 300 kilomètres de l'océan Indien, et s'élève sur un plateau désertique dont l'altitude varie de 700 à 1.000 mètres.

Fig. 1. — *Le Kilimandjaro vu de la zone inférieure.* — Au premier plan, un vallon dans la zone des cultures; au fond, le sommet du Kibo (6.010 m.).

Il fut découvert en 1848 par le missionnaire allemand Rebmann.

Le Kénya, dont le sommet est en Afrique orientale anglaise, presque sous l'équateur, érige ses 5.500 mètres d'altitude environ à plus de 400 kilomètres de la côte ; sa base repose sur un haut plateau herbeux

et marécageux situé à 2.000 mètres d'altitude moyenne. Sa découverte est due à un autre missionnaire allemand, le révérend Krapf, qui l'aperçut pour la première fois en 1849.

Ces deux montagnes sont des volcans éteints, isolés ; il n'en est pas de même du Ruwenzori, qui, lui, est une véritable chaîne de près de 100 kilomètres de longueur. Elle se dresse à plus de 1.200 kilomètres de l'océan Indien, à la limite du Congo belge et de l'Uganda. C'est Stanley qui le premier reconnut d'une façon certaine les glaciers de ce massif en 1888. Son plus haut sommet, presque sous l'équateur, atteint 5.800 mètres d'altitude et a été gravi pour la première fois en 1906 par S. A. R. le duc des Abruzzes. Les glaciers du Ruwenzori comptent parmi les plus importantes sources du Nil.

Fig. 2. — *Huttes Wa-Chagga, dans la zone des cultures du Kilimandjaro.*

Le Kilimandjaro et les monts Ruwenzori ont été déjà l'objet de plusieurs explorations scientifiques (C. von der Decken, H. Meyer, Ch. Alluaud, Y. Sjöstedt, R. B. Woosnam, duc des Abruzzes) ; aussi leur faune et leur flore commencent-elles à être bien connues. Mais il n'en est pas de même du Kénya, où nous sommes les premiers à avoir recueilli, d'une façon méthodique et dans toutes les zones, des matériaux zoologiques et botaniques considérables dont l'étude est d'ailleurs loin d'être achevée. Sans entrer dans le détail, — ce qui ne pourra se faire que plus tard, — il nous est toutefois possible de caractériser par leur flore et leur faune les diverses zones qui s'étagent sur les flancs de l'énorme volcan éteint.

Le Kénya ne produit pas ce merveilleux effet d'altitude considérable qu'on observe du pied du Kilimandjaro ou du Ruwenzori, car sa base repose sur les plaines Massaï, dont l'altitude moyenne est de 2.000 mètres. De plus, l'inclinaison des flancs est beaucoup moins abrupte et l'on peut s'élever en pente douce jusqu'à 4 600 mètres ; les 1.000 mètres restant sont occupés par des glaciers à pic et une pyramide terminale escarpée, dont l'ascension fort difficile a cependant été faite en 1889 par l'alpiniste anglais Mac Kinder.

Fig. 3. — *Un pied de Senecio Johnstoni, à 4.000 m., dans les prairies d'immortelles, sur le Kilimandjaro.*

De la base au sommet du Kénya, on traverse successivement : une zone de prairies inférieures (de 1.800 à 2.400 mètres), une zone forestière (de 2.400 à 3.300 mètres), une zone de prairies alpines (de 3.300 à 4.400 mètres), enfin une zone de

désert alpin (de 4.400 mètres au sommet). Ces altitudes sont celles que nous avons observées sur le versant Nord-Ouest ; comme au Kilimandjaro, elles sont certainement beaucoup plus basses du côté oriental et surtout du côté boréal, à cause de l'influence des moussons de l'océan Indien.

La zone inférieure est constituée par des prairies découvertes ou des prairies à bosquets « parklike », à faunes entomologiques bien différentes. Le long des rivières qui sillonnent ces prairies s'étendent des bandes boisées, véritables prolongements inférieurs de la grande forêt. De grands troupeaux d'Antilopes d'espèces variées et de Zèbres sont les seuls habitants de ces prairies, excellents pâturages d'où l'Administration anglaise a systématiquement expulsé les peuplades Massaï, pour les reléguer dans de lointaines et inhospitalières « réserves ». De magnifiques Lions à crinière noire habitent aussi cette zone et les prairies à bosquets du Kénya sont peut-être la région de l'Afrique où se trouve le plus grand nombre de Rhinocéros. Leur présence et celle des Buffles ne sont pas sans présenter quelques dangers pour les voyageurs dans ces prairies.

Fig. 4. — *Un agriculteur Chagga, de la zone des cultures.*

Fig. 5. — *Groupe de guerriers Massaï, dans la zone inférieure du Mont Kénya.*

Les forêts, entre 2.400 et 3.300 mètres, présentent une série de niveaux botaniques successifs. Les forêts inférieures, entre 2.400 et 2.500 mètres, sont de grandes forêts, à grands arbres, où dominent les *Juniperus* et les *Podocarpus* ; de gigantesques Camphriers se trouvent à ce niveau sur le versant Sud-Est. Ces forêts inférieures sont le domaine favori des Éléphants, qu'on y rencontre par grands troupeaux, des Singes du genre *Colobus*, précieux pour leur fourrure, des magnifiques Touracos au plumage noir et rouge, enfin d'un *Dendrohyrax*, petit Mammifère gros comme une Marmotte, qui niche dans les arbres creux et dont les cris plaintifs font retentir la forêt pendant toute la nuit. Les Lépidoptères diurnes abondent à ce niveau et le soir la lumière de l'acétylène attire les Hétérocères, beaucoup moins nombreux cependant que dans la plaine. Très fructueuses furent nos récoltes zoologiques ou botaniques, dans ces forêts inférieures ; nous y établîmes notre camp de base sous la plus merveilleuse futaie de *Podocarpus* qu'il soit possible de rêver.

Sur une vaste surface débroussaillée sous les

grands arbres, nos sept tentes et nos quatre-vingts porteurs formaient un véritable village où tous travaillaient avec activité. Les uns entretenaient les haies épineuses ou les feux destinés à éloigner les Éléphants ; chaque jour, un groupe de porteurs Wa-Kikuyus, armés de sabres d'abatis, travaillait sous la conduite d'un chef à frayer à travers la forêt un chemin vers les cimes, lorsqu'un Lion ou une troupe d'Éléphants ne les mettait point en fuite et ne les obligeait pas à regagner le camp avec précipitation. Car les grands animaux sont les seuls

Fig. 6. — *Une inflorescence du Senecio Johnstoni, à 3.000 m.*

maîtres de ces forêts où l'homme ne pénètre presque jamais. Les noirs, Massaï et Wa-Kikuyus, en ont une terreur superstitieuse, et seuls les Wanderobo, chasseurs d'Éléphants, s'y aventurent pour disposer leurs pièges, tranchées profondes et étroites ou lances empoisonnées suspendues sur les passages.

Tantôt, autour du camp, nous procédions à des récoltes botaniques ou entomologiques variées, qui nous permirent d'amasser de très nombreuses espèces nouvelles ; d'autres fois, les travaux photographiques ou le séchage des herbiers nous prenaient notre temps ; souvent encore, accompagnés de porteurs de fusils, nous poussions des reconnaissances sur la lisière où gîtent les Buffles et les Rhinocéros, ou bien vers l'intérieur de la forêt, en suivant péniblement les pistes des Éléphants. Nous pouvions ainsi nous élever sur les pentes du Kénya et établir des chemins praticables aux porteurs ; alors, il nous fut possible de gagner les régions supérieures de la forêt et d'y transporter notre campement.

Les régions moyenne et supérieure de la forêt du Kénya (de 2.500 à 3.200 mètres) sont formées de Bambous gigantesques, comme il n'en existe point au Kilimandjaro. Leur présence au Kénya est certainement liée à la plus grande humidité du climat, résultant de l'altitude plus élevée de la base de la montagne. A 2.500 mètres, les Bambous commencent à apparaître sous les *Podocarpus*, mais leur densité entre 2.600 et 3.000 mètres devient telle qu'il est impossible de se frayer un chemin sans le secours des sabres d'abatis. Plusieurs semaines nous ont été nécessaires pour traverser cette terrible zone des Bambous, dont la largeur ne dépasse guère une dizaine de kilomètres ; car ce n'était pas chose facile que d'y faire cheminer nos porteurs et leurs charges. Les seuls animaux dangereux à rencontrer dans les Bambous sont les Éléphants, dont nous utilisions fréquemment les pistes. Mais la plupart du temps, la solitude était complète et le plus profond silence régnait dans cette froide forêt, à peine troublé par de légers souffles de vent et parfois par les cris des grands Singes que l'on mettait en fuite. Les Oiseaux et les Lépidoptères diurnes ne peuvent se voir que dans les rares clairières où poussent encore des *Podocarpus*. Il ne reste pour animer cette triste région des bambous qu'un gracieux petit Papillon Hétérocère qui vole en plein jour, si toutefois on peut qualifier de ce nom la demi-obscurité qui règne en cet endroit où jamais un rayon de soleil n'atteint le sol.

Enfin, vers 3.200 mètres, les Bambous cessent et, après un niveau supérieur de forêts (3.200 à 3.300 mètres) où se trouvent encore quelques *Podocarpus* rabougris et couverts d'*Usnea*, on parvient à la région des Bruyères arborescentes et aux prairies alpines inférieures, émaillées de gracieux *Senecio* à feuilles blanc-velouté et à grandes inflorescences jaune d'or.

Sur le Kilimandjaro, cette zone des forêts moyennes et supérieures est toute différente. Dès 2.600 mètres on trouve des Bruyères géantes, absolument recouvertes d'énormes paquets de mousses et de plantes épiphytes. Comme nous allons le voir, les prairies alpines ne sont pas moins différentes sur les deux montagnes.

Les prairies alpines du Kénya sont essentiellement marécageuses, constituées par d'énormes paquets de Graminées (*Agropyrum*) formant des

masses touffues auxquelles les premiers explorateurs anglais ont donné le nom de « tussocks ». La marche dans ces prairies est extrêmement fatigante, car, ne voyant jamais où il met les pieds, le voyageur à chaque pas s'enfonce dans des marécages ou encore tombe dans un ruisseau coulant parfois à près d'un mètre au fond d'une crevasse. Le climat dans ces régions est d'une humidité extraordinaire. Presque toute l'année, le brouillard couvre les prairies et la pluie tombe dès dix heures du matin pour ne cesser que vers minuit; le lever du jour et les quelques heures qui le suivent sont le seul moment de la journée où l'on puisse apercevoir le soleil et les cimes. Les Oiseaux et les Lépidoptères diurnes sont très rares dans ces prairies de « tussocks », mais, le soir, malgré le froid et la pluie, même lorsqu'il gèle, quelques Papillons nocturnes aux teintes sombres viennent voler autour des lampes. Dans les rochers niche en grand nombre un Hyrax (*Procavia*) qui remplace les *Dendrohyrax* de la forêt.

En haut de cette zone de prairies marécageuses où ne peuvent vivre aucun Coléoptère des genres *Orinodromus* et *Amiantus*, aucun Orthoptère, ni aucun Reptile, comme ceux qui existent dans les prairies du Kilimandjaro, le sol devient moins humide et les petits *Senecio* blancs à fleurs d'or font place à une grande *Lobelia* à inflorescence chevelue et à d'extraordinaires *Senecio* arborescents. A 4.000 mètres d'altitude, ces derniers forment d'invraisemblables forêts; et ce sont ici des paysages comme il n'est donné d'en voir certainement dans aucun autre endroit du monde que sur ces hautes montagnes africaines. De charmants petits Oiseaux (Nectariniens), au long bec recourbé et aux couleurs métalliques, butinent sur les fleurs des *Lobelia* et des *Senecio*. Aux rares heures où le soleil se montre, un petit Lépidoptère Lycénide vole sur les tussocks; c'est le Papillon que nous avons trouvé le plus haut, car il monte jusqu'à 4.500 mètres.

Nous avons pu installer à grand'peine un camp à 4.000 mètres dans cette région glacée et désolée des grands *Senecio*, dont les troncs morts nous permettaient de faire du feu et de résister aux froids de — 8°C. de la nuit. Autour de ce camp de 4.000 mètres, nous avons pu préciser la limite supérieure de la vie animale dans ces hautes altitudes et faire quelques excursions vers les sommets.

Vers 4.300 mètres, les tussocks ont disparu, les *Senecio* arborescents sont moins hauts et leur tronc conserve un épais revêtement de feuilles mortes qui les protège contre les gelées et où s'abrite une riche faune d'Invertébrés. Dans les troncs des *Senecio* morts se prennent des Mollusques (Vitrines d'une belle coloration jaune d'or et sous les pierres se tiennent de rares Insectes Carabiques (*Trechus kenyensis* Jeann., *Bembidion kenyensis* Alluaud, etc.), Staphylinides, Curculionides, et des Araignées. Les ruisseaux, dont la surface est gelée le matin, hébergent de nombreuses Planaires (*Planaria gonocephala* Dugès) et des larves de Diptères. Les derniers Mammifères qui se trouvent à 4.500 mètres sont l'*Hyrax* rupicole, qui broute les feuilles des *Lobelia*, et son seul et terrible ennemi, le Léopard, dont nous avons trouvé un squelette sous un rocher.

Fig. 7. — *Le sommet du mont Kénya (5.300 m.), vue prise de la limite supérieure de la végétation.*

Les derniers animaux que nous ayons rencontrés sont des Araignées, des Curculionides et des Diptères sous les pierres à 4.600 mètres. Les lacs qui existent à cette altitude paraissent absolument azoïques et seule une grosse Mouche s'y trouve, marchant avec aisance à la surface de l'eau, comme les Hydromètres sur nos rivières de France.

Dès 4.400 mètres, on se trouve en plein désert alpin, c'est dire que la végétation phanérogamique a presque entièrement cessé. Mais on ne peut pas dire que toute trace de vie ait disparu, car les rochers sont recouverts de Lichens de diverses espèces, et cela vraisemblablement jusqu'au sommet.

La roche qui forme la pyramide terminale du

Kénya est un trachyte augitique à anorthose et olivine qui a reçu du géologue anglais Gregory, en 1900, le nom de « kényte » ; elle forme de grands escarpements et d'immenses éboulis entre lesquels apparaissent de grands glaciers avec leurs moraines, leurs crevasses et d'énormes séracs suspendus au-

Fig. 8. — *Une vallee de la zone des forêts dans les monts Ruwenzori.* — Au premier plan, quelques pieds de *Lobelia* et de *Senecio* géants.

dessus des plus effrayants précipices que l'on puisse voir.

Pour l'existence de glaciers et de neiges permanentes sous l'équateur, il semble bien que la condition nécessaire et suffisante soit une altitude d'au moins 5.000 mètres. Il neige à partir de 4.500 mètres et parfois même à une altitude moindre, mais alors la neige ne résiste pas à la température de la journée. De plus, on peut observer que plus la montagne est élevée, plus les glaciers descendent bas, sous l'effet de leur poids plus considérable. Au point culminant que nous avons atteint au Kénya (4.800 mètres environ), nous avons foulé un névé, mais nous avions bien au-dessous de nous l'énorme glacier de Tyndall, tout crevassé, qui, entre deux escarpements rocheux, semblait bien descendre jusqu'à 4.400 mètres et peut-être à une altitude moindre.

Le séjour dans ces hautes altitudes est fort pénible. Au-dessus de 4.000 mètres, le pouls est très accéléré (130 pulsations) et la respiration ralentie, avec un rythme rappelant le Sheyne-Stockes; le moindre effort essoufle ou cause des vertiges ; les nuits sont agitées, sans sommeil à cause de l'oppression causée par la position couchée. Tous ces troubles ne sont dus qu'à l'abaissement considérable de la pression barométrique, qui ne dépasse guère 450 millimètres à 4.000 mètres d'altitude; ils n'ont rien de comparable au mal des montagnes, qui s'accompagne de fatigue musculaire et de somnolence. Malgré l'oppression et l'essoufflement que nous éprouvions, nous avons toujours été capables des efforts soutenus nécessaires pour les raids que nous avons dû effectuer vers le sommet. Toutefois, après une semaine passée dans les grandes hauteurs, c'est avec un soulagement considérable que nous avons quitté notre camp de 4.000 mètres, si pittoresque cependant au milieu des *Senecio* géants, et que nous avons retrouvé la forêt. La bonne humeur revenait chez nos braves porteurs Wa-Kikuyus, qui avaient souffert encore plus que nous dans ces régions fantastiques et peuplées pour eux de légendes terribles, et c'est un indicible bien-être que nous éprouvions tous à reprendre bientôt possession de notre merveilleux camp de base, sous les grands *Podocarpus* des forêts inférieures, si pittoresquement animées par les cris des Touracos et les hurlements nocturnes des *Dendrohyrax*.

Ch. Alluaud et R. Jeannel.

LA CINÉMATOGRAPHIE EN COULEURS

L'attrait de la couleur, la supériorité manifeste des vues peintes sur les vues monochromes expliquent l'importance des recherches qui se sont multipliées, au cours des dernières années, pour donner au cinématographe un nouvel élément d'intérêt.

Même à défaut du coloris réel, une tonalité de temps en temps variée, une dominante appropriée à la nature du sujet valent mieux qu'une grisaille uniforme : de là l'utilité des virages et des teintures. Mais là ne doit pas se limiter l'objet d'un spectacle qui doit surtout produire l'illusion de la réalité vivante et n'a pas les mêmes raisons que le dessin ou la sculpture pour faire abstraction du coloris. Aussi, à défaut d'un moyen facile et sûr de chromophotographie animée, les éditeurs de films se sont-ils d'abord résignés provisoirement à faire colorier leurs bandes positives à la main ou au pochoir. On obtient ainsi, faute de mieux, au prix d'un travail long, délicat et coûteux, des résultats sans doute intéressants, mais qui ne font pas perdre de vue le but à atteindre, c'est-à-dire les couleurs automatiquement reproduites à l'aide d'opérations purement photographiques.

La méthode interférentielle paraît inapplicable au cinématographe : la nécessité d'adosser chaque image à la couche réfléchissante de mercure, la faible sensibilité des émulsions sans grain, les conditions toutes particulières d'éclairage que nécessiterait la projection sont autant d'obstacles prohibitifs.

La méthode indirecte, la trichromie, présente, elle aussi, de grandes difficultés, qui ne sont cependant pas insurmontables, puisqu'il en existe déjà des solutions très curieuses et pleines d'avenir.

I. — Coloriage.

Le grand nombre d'images dont se compose un film et leur exiguïté font du coloriage à la main une opération minutieuse, fatigante et onéreuse. Ce travail, généralement confié à des femmes, exige beaucoup d'attention, de la patience et une vue exercée.

Il faut, naturellement, colorier une à une toutes ces petites images, et donner la même nuance aux mêmes objets reproduits successivement un grand nombre de fois. La division du travail l'a rendu plus facile, plus rapide et plus régulier. Chaque ouvrière est chargée de l'application d'une seule couleur, dont la nuance et le placement sont déterminés par le chef coloriste. Le film passe donc tour à tour sur plusieurs pupitres à verre dépoli éclairés par-dessous, comme ceux dont on se sert pour la retouche des clichés photographiques.

La couleur, en solution aqueuse, est appliquée par teintes plates, au moyen de pinceaux fins, et, comme la faible quantité qu'on y met est absorbée dans la gélatine, la dessiccation s'opère très rapidement. Quels que soient les soins qu'on y apporte et l'habileté de la main qui tient le pinceau, la couleur déborde souvent des limites qui lui sont assignées. Si peu qu'elle dépasse les contours, l'irrégularité amplifiée à la projection serait apparente sur l'écran, si elle se répétait, toujours au même point, sur les images successives : mais, comme il n'en est jamais ainsi, les irrégularités se compensent, en quelque sorte, se neutralisent mutuellement, et l'ensemble n'en est généralement pas défectueux.

Lorsqu'on n'a à tirer d'un négatif qu'un nombre très restreint de positifs, le coloriage à la main est le seul pratiqué. Mais, le plus souvent, les éditeurs de films tirent de chaque phototype un grand nombre de bandes positives, et il ne serait pas pratique de recommencer le même travail pour chaque exemplaire. On économise la main-d'œuvre et l'on gagne du temps, en effectuant le coloriage au pochoir.

On sacrifie, à cet effet, quelques positifs, autant qu'il y a de teintes à appliquer. Supposons, pour simplifier, que les couleurs soient réduites à trois : le bleu, le jaune et le rouge. La bande qui doit servir de patron pour le bleu sera découpée à l'aide d'un instrument tranchant, de manière à en enlever toutes les parties qui doivent recevoir la couleur bleue : ainsi, dans un paysage pris par un temps serein, l'emporte-pièce découpera tout le ciel. On enlève de même, sur le second film, les parties correspondant au jaune, et, sur le troisième, celles qui sont réservées au rouge. On plonge les trois bandes ainsi ajourées dans l'eau chaude, afin d'en enlever la gélatine, et elles sont prêtes pour la distribution des couleurs.

Chaque film à colorier est mis en contact, du côté gélatine, avec l'un des pochoirs, celui du bleu par exemple, de façon que leurs perforations coïncident, et les deux bandes ainsi accolées sont placées sur la machine à colorier : des rouleaux d'entraînement, dont les dents pénètrent dans les perforations, les amènent sous un rouleau souple imprégné de couleur bleue, ou sous une sorte de vaporisateur, analogue au pinceau à air, qui projette la solution colorée en minuscules gouttelettes. Dans un cas comme dans l'autre, la couleur ne peut atteindre l'image que sous les parties ajourées du

patron, et le coloriage des images successives s'accomplit à la fois très vite et très régulièrement.

Quand le film tout entier a ainsi défilé dans la machine à colorier en bleu, on le sépare du premier patron, on l'applique contre le second et l'on fait passer les deux bandes dans la machine à colorier en jaune. On procède de même pour l'impression du rouge.

On pourrait supposer qu'il est très difficile de découper les patrons avec toute la précision voulue, malgré l'exiguïté des images. Il y avait là, en effet, une réelle difficulté, que l'on est cependant arrivé à surmonter. Un film provenant du même négatif que celui qu'il s'agit de découper est placé dans une lanterne de projection dont l'écran est contigu au petit cadre sur lequel se déroule la bande à découper. L'ouvrier découpeur n'a qu'à diriger les mouvements d'un pantographe, dont la grande branche se termine par une pointe qui peut être amenée sur n'importe quel point de l'écran, tandis que la petite branche porte un outil tranchant, mû mécaniquement au-dessus du film à découper. Les deux branches sont réglées de telle sorte que l'amplitude de leurs mouvements ait le même rapport que celui de l'amplification réalisée par la projection. L'image projetée sur l'écran étant convenablement repérée avec l'image à découper, l'ouvrier n'a qu'à passer sur la première le traceur du pantographe et à suivre tous les contours qui doivent limiter la découpure : tous les mouvements que la pointe du traceur exécute sur la grande image sont reproduits par l'outil tranchant sur la petite image, avec une précision qu'il serait impossible d'atteindre par le découpage direct.

II. — Trichromie.

Bien que le nombre des couleurs soit indéfini, elles peuvent toutes se ramener, au point de vue de l'impression qu'elles exercent sur notre rétine, à trois couleurs fondamentales, le violet, le vert et le rouge orangé, dont les combinaisons sont susceptibles de produire toutes les nuances possibles. La persistance des impressions rétiniennes permet d'ailleurs d'assimiler la succession rapide des couleurs fondamentales à leur vision simultanée. Nous pourrons donc réaliser des projections cinématographiques en couleurs, soit en projetant simultanément trois images exactement repérées sur l'écran, une image violette, une image verte et une image rouge, soit en faisant défiler très rapidement des images alternativement violettes, vertes et rouges.

Dans un cas comme dans l'autre, la synthèse de la couleur ne pourra être exactement réalisée qu'à la condition d'avoir au préalable décomposé le coloris du sujet, de façon que chaque négatif ne soit impressionné que par la couleur fondamentale qu'il doit servir à reproduire ; il faut, en un mot, commencer par l'*analyse* du coloris.

Cette analyse est réalisée par l'interposition, au moment de la prise des vues, de trois écrans ou filtres sélecteurs teintés respectivement en violet, en vert et en rouge orangé.

La surface sensible exposée derrière l'écran violet sera impressionnée par les parties du sujet qui contiennent du violet, du bleu ou du rouge pourpre ; le jaune, au contraire, arrêté par le filtre sélecteur, n'y déterminera aucune réduction du bromure d'argent. Le cliché négatif sera donc rendu opaque, au développement, sur les points correspondant au violet, au bleu, au pourpre, tandis qu'il restera transparent sur les autres points. Le positif offrira l'aspect inverse : il sera opaque sur les points correspondant au jaune, et transparent sur les autres points. Si nous projetons cette image, en interposant un verre violet, nous ne verrons sur l'écran que les parties du sujet qui contenaient du violet, du bleu ou du pourpre.

Un raisonnement analogue nous montrerait que le vert et le rouge orangé sont reproduits de même, par l'interposition des écrans sélecteurs correspondants. Quant aux autres couleurs, elles déterminent des absorptions partielles et inégales entre les divers écrans et sont reconstituées, à la projection, par les opacités différentes des diapositifs.

Les parties blanches du modèle sont impressionnées à travers les trois filtres analyseurs : donc, les trois positifs laisseront passer la lumière, à travers ces régions de l'image, et la réunion des trois lumières colorées reconstituera le blanc, sur l'écran de projection. Inversement, le noir n'agira sur aucun des négatifs, qui tous les trois resteront transparents sur ces points, ce qui donnera des opacités sur les trois positifs, donc une résultante noire à la projection.

La trichromie est, on le voit, bien simple en théorie. En pratique, son application au cinématographe est un problème très complexe. Il faut, d'abord, tenir compte de la différence qui existe entre la sensibilité chromatique du bromure d'argent et celle de notre œil. Les émulsions photographiques sont très rapidement impressionnées par le bleu et le violet, qui nous paraissent sombres, et même par l'ultra-violet, que nous ne voyons pas ; tandis que le rouge, l'orangé et le jaune le plus éclatant demeurent presque sans action sur les films cinématographiques ordinaires. On connaît, il est vrai, le moyen d'atténuer ces différences, dans une certaine mesure ; cependant, les émulsions orthochromatisées conservent encore un excès de sensibilité pour la région la plus réfrangible du spectre, et l'équilibre du coloris exige que l'on prolonge la

pose, à travers les filtres vert et rouge orangé, dans des proportions telles que la photographie instantanée, et notamment la cinématographie, devient impraticable dans la plupart des cas.

D'ailleurs là n'est pas la seule difficulté, et aucune des méthodes proposées jusqu'ici n'est exempte d'inconvénients. Ces méthodes peuvent se ramener à deux modes d'analyse et de synthèse du coloris : les images successives et les images simultanées.

Dans le premier cas, les images sont prises derrière un écran tour à tour violet, vert et rouge orangé. L'obturateur est généralement constitué par un disque divisé en trois secteurs opaques alternant avec trois secteurs colorés l'un en violet, le second en vert, le troisième en rouge orangé. Ce disque est lié au mécanisme d'entraînement de telle sorte qu'au moment où le film est immobilisé, l'un des secteurs transparents laisse pénétrer la lumière, tandis que, pendant la progression de la bande, l'objectif est fermé par l'un des secteurs opaques.

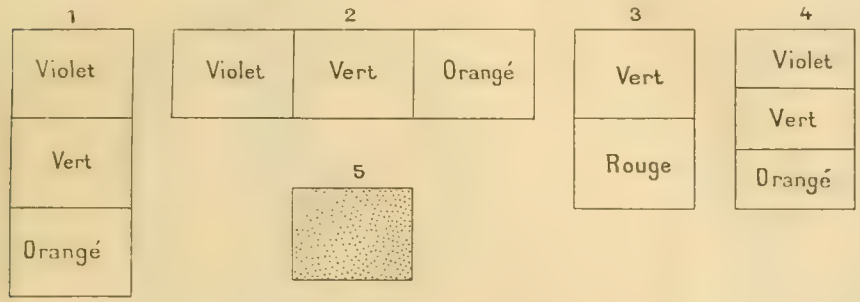


Fig. 1. — *Longueurs de films nécessaires à l'analyse ou à la synthèse du coloris.* — 1, Trichromie par monochromes successifs; 2, Trichromie par monochromes juxtaposés; 3, Bichromie (système Kinémacolor); 4, Chronochrome Gaumont; 5, Autochromie.

La même combinaison est appliquée à l'appareil de projection : la lumière blanche est interceptée par un disque à trois secteurs colorés tournant d'un tiers de tour à chaque changement d'image, de telle sorte que l'image correspondant à l'impression du violet ne laisse passer que des radiations violettes, tandis que la suivante correspondra à la projection du vert, et la troisième à la projection du rouge. La persistance des impressions rétiniennes fait confondre en une seule résultante ces trois perceptions visuelles successives, à la condition que les images se succèdent rapidement. Pour réaliser une fusion parfaite et pour éviter le scintillement, on admet que la projection par couleurs successives doit se faire trois fois plus rapidement que la projection ordinaire. Il s'ensuit que la prise des vues devrait s'effectuer trois fois plus vite qu'en cinématographie monochrome.

Cette accélération du mouvement entraîne de graves difficultés. D'abord, le défaut de sensibilité des émulsions pour le vert et le rouge exigerait le prolongement de la pose : s'il faut, au contraire, l'abréger, le procédé reste limité aux sujets extrêmement lumineux pris à l'aide d'un objectif de très grande ouverture et par suite de très faible profondeur de champ. En second lieu, si la vitesse d'entraînement est triplée, il faudra employer un film trois fois plus long (fig. 1, 1°) et trois fois plus coûteux. Les bandes positives seront du reste rapidement mises hors d'usage par les brusques déplacements qu'elles auront à subir dans l'appareil dérouleur.

La seconde combinaison, par images simultanées, n'exige pas l'accélération de la vitesse d'entraînement, car on peut disposer les trois images sur une même ligne horizontale. Le film employé dans ce cas n'est pas plus long qu'un film ordinaire, mais il est trois fois plus large (fig. 1, 2°) et par conséquent aussi lourd et aussi coûteux que dans le cas précédent. Mais la principale difficulté de la simultanéité des images, c'est leur repérage sur l'écran.

Si les trois séries de vues juxtaposées sont prises avec trois objectifs contigus, munis chacun d'un filtre sélecteur coloré, il faut projeter les bandes positives à l'aide de trois objectifs également munis de filtres respectivement violet, vert et rouge orangé. Mais, comme la distance qui sépare l'écran des objectifs de projection est variable, la mise au point des trois images se complique d'un effet de parallaxe. Les trois images n'ayant pas été prises exactement du même point constituent trois éléments stéréoscopiques, insuperposables. Si le tableau ne contient que des objets éloignés, on arrive à repérer les trois images, en modifiant la distance qui sépare les trois objectifs de projection ; mais, s'il s'agit de sujets rapprochés, il est impossible de superposer parfaitement les trois images, qui ne sont pas identiques sur les bords ; même en repérant très exactement les trois centres, on aurait encore, sur les bords, des franges colorées résultant d'un défaut de coïncidence des contours.

On a cherché à éviter ce défaut en utilisant, soit pour la prise des vues, soit pour la projection, un objectif unique, derrière lequel le faisceau lumineux est divisé en trois, de manière à former trois images contiguës, ou à projeter sur l'écran, parfaitement superposés, les trois positifs contigus. A cet effet, les rayons lumineux sont partiellement interceptés, entre l'objectif et les films, par deux jeux de prismes ou de miroirs qui les écartent

de l'axe et les projettent sur les extrémités latérales du film, à droite et à gauche. Entre les deux images ainsi formées se place la troisième, provenant des rayons qui ont franchi l'espace laissé libre entre deux jeux de prismes ou de miroirs. Des cloisons à parois noircies séparent les trois compartiments dans lesquels passent les rayons destinés à chacune des images. Les filtres sélecteurs, violet, vert et rouge orangé, sont disposés chacun dans l'un des trois compartiments.

Il faut remarquer que les rayons déviés pour la formation des images latérales ont eu à parcourir un chemin plus long que les rayons directement projetés sur l'image centrale. Pour régler la mise au point, on est obligé de compenser cette différence de marche. L'interposition de lentilles ne réalise cette compensation qu'en modifiant la dimension des images; il n'en est pas de même si l'élongation est réalisée par l'interposition d'une épaisseur suffisante de verres à faces parallèles, mais cette solution fait perdre beaucoup de lumière et alourdit notablement l'appareil.

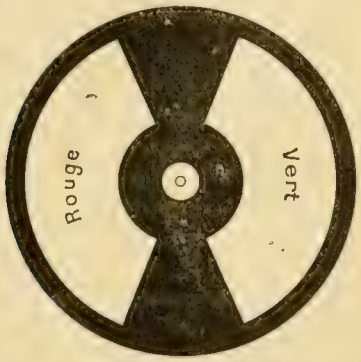


Fig. 2. — *Obturateur du Kinémacolor pour la prise des vues bichromes.*

Chacune des combinaisons précédentes se prête à une foule de variantes. Un grand nombre de brevets décrivent des dispositifs qui paraissent très ingénieux, mais dont la plupart n'ont donné, aux essais, que de médiocres résultats. Jusqu'ici, le seul cinématographe trichrome qui ait pu faire l'objet d'une exploitation sérieuse est le *Chronochrome* de M. Gaumont. Aussi lui consacrons-nous un paragraphe spécial. Mais auparavant, il n'est pas inutile de mentionner une solution, à vrai dire incomplète, mais qui est la première dont on ait pu réellement tirer parti : il s'agit de la bichromie.

III. — Bichromie.

Ce procédé consiste à limiter les couleurs composantes à deux seulement, le rouge et le vert. En fait, l'appareil de prise des vues et l'appareil de projection sont disposés comme nous l'avons indiqué pour la trichromie par images successives, avec cette différence que le disque tournant ne porte que deux écrans sélecteurs. Il n'y a ainsi que deux sortes d'images (fig. 1, 3°), et la vitesse d'entraînement usitée en cinématographie monochrome est seulement doublée. C'est sur ce principe qu'est fondé le procédé Urban-Smith, exploité sous le nom de *Kinémacolor*.

Le film négatif est recouvert d'une émulsion panchromatique. Il est déroulé, au foyer de l'objectif, à raison de 32 images par seconde, et l'obturateur ordinaire est remplacé par un disque composé de deux secteurs opaques et de deux secteurs transparents, colorés l'un en rouge et l'autre en vert (fig. 2).

Au moment où le film avance, l'un des secteurs opaques intercepte la lumière; puis, quand la bande est immobilisée, l'un des secteurs transparents, le vert par exemple, laisse passer les radiations vertes. Le second secteur opaque vient ensuite fermer l'objectif, le film progresse de nouveau, puis s'arrête, et le second secteur transparent laisse passer les radiations rouges. On a donc une suite d'images alternativement impressionnées par le vert et par le rouge.

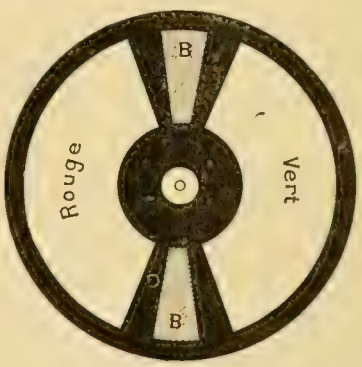


Fig. 3. — *Obturateur du Kinémacolor pour les projections bichromes.*

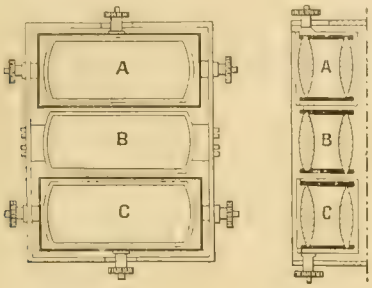
Les négatifs obtenus de la sorte servent à imprimer des bandes positives qui doivent être projetées à raison de 32 images par seconde, en interposant un filtre coloré, alternativement vert et rouge.

Pour obvier, dans la mesure du possible, à l'imperfection résultant de l'absence de l'une des trois couleurs fondamentales, on a remplacé les secteurs opaques de l'obturateur de projection par des écrans bleu-violet (fig. 3) assez peu transparents pour que l'œil ne perçoive pas le changement d'image. La sensation de lumière bleue que l'on produit ainsi compense suffisamment la dominante jaunâtre des projections bichromes. Il est bien évident que cet expédient ne remplace pas les nuances absentes, car la lumière bleue ainsi projetée est répartie sur tout l'écran, au lieu d'être

localisée sur les parties bleues du sujet; mais notre œil est très tolérant : en fait, la synthèse s'effectue d'une façon purement subjective. Néanmoins, le rendu du coloris est très loin de la perfection qu'a atteinte M. Gaumont avec son Chronochrome. Si intéressantes que soient les projections réalisées par le Kinémacolor, on ne saurait y voir qu'une solution provisoire de la cinématographie en couleurs.

IV. — Chronochrome.

Le film employé par M. Gaumont a la largeur normale. Les images monochromes y figurent l'une à la suite de l'autre, bien que chaque triplet soit projeté simultanément. Le mécanisme d'avancement est disposé de manière à faire progresser le film, pendant l'obturation, d'une longueur égale



Vue de face. Coupe.

Fig. 4. — *Objectifs du chronochrome.*

à la hauteur de trois images, et la fenêtre qui limite le faisceau lumineux a également pour hauteur celle de trois images.

Dans ces conditions, si l'on avait conservé les dimensions habituelles des images cinématographiques (18 × 24 millimètres), il aurait fallu faire avancer chaque fois la bande de 54 millimètres. Pour atténuer les risques de déchirure, et aussi pour réduire le coût du film, M. Gaumont a pris le parti de diminuer d'un tiers la hauteur des images, sans en modifier la largeur. Le format de chaque monochrome devient ainsi 12 × 24 millimètres (fig. 1, 4°), et ces proportions n'ont rien de déplaisant, à la projection.

Les images sont projetées par trois objectifs superposés, devant lesquels s'interposent les filtres sélecteurs, violet, vert et rouge orangé. Les trois axes optiques sont séparés l'un de l'autre par un intervalle égal à la hauteur d'une image. Afin de ne pas trop réduire la luminosité, on emploie des lentilles assez larges, mais limitées par deux plans parallèles horizontaux (fig. 4).

L'objectif central B est fixe; les objectifs extrêmes A et C sont montés sur des cadres mobiles permettant de les incliner dans tous les sens. Cette mobilité est nécessaire pour assurer un parfait repérage des trois images sur l'écran de projection, malgré les perspectives à points de vue différents et malgré les retraits que subit la pellicule.

Ce réglage est assez délicat, car la plus faible variation d'écart ou d'orientation des objectifs correspond, sur l'écran, à des déplacements considérables. L'opérateur qui manœuvre les vis de réglage est trop loin de l'écran pour bien contrôler le repérage. Aussi est-il guidé par un correcteur placé près de l'écran. Les deux hommes correspondent au moyen d'un téléphone, et les instructions données à demi-mots, suivant une entente établie, sont exécutées immédiatement.

Les trois monochromes sont éclairés par un seul arc. Trois foyers lumineux auraient sans doute fourni des projections trois fois plus brillantes, mais leurs variations d'éclat auraient nui à l'exactitude du coloris. On a augmenté le plus possible l'intensité de l'arc, et la projection s'effectue sur un écran métallisé. Cet écran diffuse moins la lumière que les surfaces mates : au lieu de la disséminer dans toutes les directions, il ne la réfléchit que dans un champ très limité et fournit ainsi des images qui paraissent plus éclatantes aux spectateurs placés dans ce champ. Ce mode de projection exige donc une salle de largeur très restreinte.

L'exactitude du coloris ne laisse rien à désirer. Qu'il s'agisse de scènes d'intérieur ou de vues en plein air, les moindres nuances du sujet sont très fidèlement reproduites. Pour mettre en évidence l'éclat et la finesse des teintes que permet de réaliser le chronochrome, on a cinématographié des bijoux, des fleurs et des papillons exotiques aux ailes chatoyantes montés sur des supports tournants. A la projection, ce mouvement donne au spectateur une impression de relief aussi complète que celle que lui procurerait l'examen binoculaire d'un stéréogramme. Et les jeux de la lumière, sur ces objets qui se sont présentés à elle sous des orientations changeantes, ajoute encore à l'illusion de la réalité. L'effet est surtout saisissant avec les papillons, dont les vives colorations, de nature interférentielle, se transforment à mesure que varie l'incidence de la lumière.

V. — Autochromie.

Les trois images et les trois écrans sélecteurs utilisés dans les procédés trichromes peuvent être remplacés par une image unique, divisée en compartiments étroits, en cellules microscopiques colorées les unes en violet, d'autres en vert, les autres en rouge orangé (fig. 1, 5°). Si les éléments colorés sont suffisamment fins et convenablement répartis, cette mosaïque paraîtra incolore, à l'œil nu ou même à une projection modérément ampli-

fiée, et, si on la recouvre d'une émulsion au gélatinobromure d'argent, on obtiendra une image en couleurs résultant du dépôt d'argent opaque qui masquera certaines cellules et ne laissera voir que celles correspondant aux teintes du modèle.

L'exécution de la microscopique mosaïque a donné lieu à de nombreuses recherches. Jusqu'à présent, la meilleure combinaison est celle qu'ont imaginée MM. A. et L. Lumière, pour la préparation de leur plaque autochrome, dont le réseau sélecteur est constitué par des grains de fécule colorés respectivement en violet, vert et orangé, soigneusement mélangés à sec et juxtaposés de manière à former une mince pellicule entre l'émulsion et son support.

Ce procédé fournit de très beaux diapositifs en couleurs pour la projection fixe; aussi a-t-on cherché à l'appliquer aussi aux projections animées. De sérieuses difficultés s'y sont jusqu'à présent opposées. L'interposition du filtre trichrome et d'un verre jaune compensateur, nécessaire à l'équilibre du coloris, absorbe beaucoup de lumière, en sorte que, malgré l'extrême sensibilité de l'émulsion, le temps de pose est environ 60 à 80 fois plus long qu'en photographie monochrome, ce qui rend la cinématographie impossible dans la plupart des cas.

L'absorption de lumière par les éléments colorés est encore plus nuisible à la projection. Nous n'avons plus, ici, comme dans les procédés trichromes à images distinctes, trois projections qui viennent s'ajouter sur le même écran : nous n'avons plus qu'une seule image, divisée en compartiments qui ne laissent passer chacun qu'un tiers tout au plus des radiations dont se compose la lumière blanche. Il s'ensuit que, si l'on voulait projeter sur l'écran des images aussi brillantes que d'ordinaire, il faudrait accroître l'intensité du foyer lumineux, si bien que le celluloïd s'enflammerait presque à à coup sûr. Du reste, le réseau autochrome, tel qu'on le fabrique actuellement, ne résiste même pas à une exposition prolongée au soleil et se fendille trop facilement. Cependant, il semble assez facile d'y remédier, en fixant les grains de fécule sur le film au moyen d'un adhésif qui conserve une certaine souplesse.

Enfin, le grain de fécule est invisible à l'œil nu, mais devient apparent à la projection. Toutefois, ce défaut serait très atténué par la distribution irrégulière des éléments colorés, leurs positions changeant d'une image à la suivante. Il se produirait là une compensation analogue à celle dont nous avons déjà parlé à propos du coloriage.

L'autochromie cinématographique n'est pas encore réalisée, mais rien ne prouve qu'il ne soit pas possible d'arriver à en faire un procédé pratique. Le film à mosaïque serait sans doute plus coûteux qu'un film ordinaire, mais plus léger, moins volumineux et peut-être moins cher que les films beaucoup plus longs ou plus larges qu'exigent les procédés trichromes à images séparées. Il n'y aurait pas à diminuer la hauteur des images, et les projections en couleurs ne nécessiteraient pas d'autres appareils que les projections monochromes.

Ernest Coustet.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Zoretti (L.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Caen.* — **Leçons de Mathématiques générales** (*avec une préface de* P. Appell). — 1 *vol. in-8° de* xvi-753 *pages avec* 206 *figures* (*Prix cart.* : 20 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1914.

Le livre de M. Zoretti s'adresse aux étudiants pourvus seulement du baccalauréat et qui ont besoin de connaissances mathématiques plus étendues pour suivre avec profit les cours de Mécanique rationnelle et appliquée, de Physique ou même de Chimie. Ces connaissances sont à peu près celles qui correspondent au programme de Mathématiques spéciales, mais le but à atteindre est fort différent.

En Mathématiques spéciales, on cherche à préparer les élèves à l'étude de théories mathématiques plus élevées; on ne craint pas de leur donner des démonstrations difficiles. Dans le cours de Mathématiques générales, on veut donner aux auditeurs des notions utiles. M. Zoretti a eu la hardiesse de se placer franchement à ce second point de vue. Il a supprimé de ses leçons tout ce qui est théorie pure, tout ce qui n'a pas d'application en Mécanique ou en Physique pratiques. Il a laissé de côté les démonstrations délicates, mais sans les remplacer par des raisonnements approximatifs et en disant nettement dans chaque cas ce qui est admis.

On voit la méthode qu'a choisie l'auteur; il l'a mise en œuvre en donnant toutes les explications nécessaires pour que le lecteur isolé comprenne parfaitement les énoncés et les applique sans difficulté. Les exercices sont nombreux et empruntés souvent aux sciences appliquées; enfin l'auteur donne les détails les plus utiles pour l'exécution des calculs numériques, la construction des graphiques, des abaques, l'emploi de la règle à calculs, du planimètre. L'ouvrage est terminé par un tableau des formules usuelles et une table détaillée; c'est donc à la fois un livre d'étude très clair et un aide-mémoire commode pour tous ceux qui ont besoin des mathématiques générales en vue des applications : mécaniciens, électriciens, futurs ingénieurs, conducteurs des Ponts et Chaussées et contrôleurs des Mines.

Pour donner une idée de la table des matières, il suffira de citer les chapitres suivants : les courbes et surfaces usuelles, la notion de fonction, les développements en série, les calculs numériques et les graphiques, l'étude élémentaire des fonctions elliptiques, le calcul pratique des intégrales simples et multiples, les applications mécaniques du calcul intégral (mouvement d'un point, champ de vecteurs), les équations différentielles (procédés pratiques d'intégration), les équations aux dérivées partielles (exemples simples).

G. Lery,
Professeur au Lycée Carnot.

Preynat (André), *Ex-Instructeur à l'Aérodrome militaire de Saint-Cyr.* — **Traité pratique du moteur Gnome.** — 1 *vol. in-8° de* 55 *pages avec* 38 *figures et* 1 *planche.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris.*

La brochure de M. A. Preynat est destinée à servir de guide aux aviateurs ayant à manier des moteurs Gnome. Un appareil où la recherche de la légèreté est poussée aussi loin est forcément un peu délicat et ne doit être manipulé que par des mains averties. M. Preynat a voulu donner à ses élèves une description détaillée des organes du moteur et une notice sur leur réglage. Son manuel leur sera précieux. Il nous sera permis de regretter, cependant, que l'auteur n'ait pas, avant de passer à la description détaillée, développé un peu plus les indications qu'il donne sur le fonctionnement général du moteur et le rôle des différents organes. L'ensemble y aurait gagné en clarté, et le lecteur, averti des problèmes à résoudre dans la construction de chaque pièce, en suivrait avec plus d'intérêt la description.

P. Lorain,
Ancien Ingénieur de la Marine.

2° Sciences physiques

Turpain (A.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.* — **La Lumière.** — 1 *vol. in-8° soleil de* 304 *pages, avec* 136 *dessins et photographies.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Ch. Delagrave, éditeur. Paris,* 1913.

Quel beau sujet, et comme on comprend qu'il ait tenté M. Turpain, après Moitessier, Guillemin, Marion, d'autres encore ! Il suffit, du reste, de comparer ce nouvel ouvrage de vulgarisation avec ses devanciers pour juger des progrès récemment accomplis dans cette branche des sciences physiques. Non seulement certaines applications, comme les projections animées, ont pris un développement inespéré, mais des questions imprévues se posent aujourd'hui, qu'on n'aurait même pas songé à effleurer il y a quelques années. On en trouvera un exemple dans le chapitre intitulé : La lumière ensemence les mondes. L'hypothèse de Svante Arrhenius est sans doute bien fragile ; mais toute hypothèse peut devenir féconde, à la condition de n'y voir qu'un instrument de recherches et de la soumettre au contrôle de l'expérience. Et puis, n'arrive-t-il pas que ce qui paraissait absurde jadis est désormais communément admis ? Le génie même de Newton s'était trompé sur la nature de la lumière, et Descartes surnommait avec raison l'Optique : la science des miracles.

Le cadre s'était donc singulièrement élargi, depuis la publication des ouvrages similaires antérieurs; le sujet était plus vaste, plus complexe surtout, et il n'était pas très facile de le rendre accessible à tous. L'auteur y a néanmoins réussi, et l'on ne saurait exiger davantage.

Je regrette pourtant qu'à propos de l'invention des lunettes d'approche, M. Turpain s'en soit tenu à la vieille légende des enfants de Zacharie Hansen et de Lippershey. Certes, l'anecdote méritait d'être contée, parce qu'elle est véridique et parce qu'elle est jolie; mais il eût été bon d'ajouter qu'en réalité il ne s'agissait là que d'une réinvention. Les origines véritables de la lunette sont mal connues; cependant, plusieurs textes attestent qu'elles sont antérieures à 1590. Fracastor indique, en 1538, qu'en combinant deux verres de bésicles, on voit tous les objets plus rapprochés. Thomas Digges, dans son traité d'arithmétique militaire intitulé *Stratioticos* et publié en 1579, nous apprend (p. 189) que son père Léonard Digges put, en s'aidant d'un exemplaire des *Bacon's Experiments* qu'il s'était procuré, assembler des verres qui lui permettaient de voir à grande distance et de scruter les environs. Un passage particulièrement intéressant de la *Pantrometria* de Léonard Digges, achevé et publié par son fils en 1571, établit que la combinaison de deux verres, l'un convexe, l'autre concave, était connue de Digges aîné et appliquée par lui : « On peut tirer un

merveilleux parti de ces combinaisons de verres concaves et convexes, à sections circulaires ou paraboliques, recourant à l'aide de verres transparents pour l'amplification des faisceaux destinés à former l'image des objets rassemblés ou dispersés par une première réflexion (Livre I, chap. 21). »

Il est difficile de ne pas reconnaître, dans ces mots, le principe du télescope à miroir, dont l'invention est attribuée à Zucchi, bien qu'il ne l'ait réalisée qu'en 1616.

Un critique grincheux ajouterait peut-être qu'il eût été utile d'exposer la théorie des ondulations avant de citer des longueurs d'ondes, pages 49, 77, 90, 243 et 258, tandis que la longueur d'onde n'est définie qu'à la page 278.

Plus pointilleux encore, et désireux décidément de chercher la petite bête, il s'étonnerait de ne trouver nulle part la définition des mots *apochromatique* et *aplanétisme*, dont le lecteur d'un ouvrage de vulgarisation est excusable d'ignorer le sens. Enfin, le correcteur lui-même serait gourmandé, pour avoir laissé passer, page 266: « *tout* l'atmosphère ».

Laissons ces vétilles, qui seront aisément arrangées dans les éditions suivantes et qui n'amoindrissent en rien la valeur d'une œuvre de l'étendue de celle de M. Turpain. Il suffit que son livre soit instructif et attrayant. Et il l'est, soit que l'auteur décrive les jeux naturels de la lumière dans l'atmosphère, soit qu'il initie ses lecteurs aux merveilles de la réfraction, au monde de l'infiniment grand et de l'infiniment petit révélé par les instruments d'optique. Les phénomènes de la vision, la couleur et le relief sont exposés avec beaucoup de clarté. Un chapitre particulièrement attachant est celui qui a trait aux illusions d'optique: nous y voyons réunis un grand nombre de faits intéressants, corroborés par d'excellentes illustrations. C'est un travail très consciencieux.

Quoique d'un prix modique, l'ouvrage est fort bien édité. On ne saurait trop en recommander la lecture aux jeunes gens (sous forme de livre d'étrennes ou de livre de distribution de prix) et aussi aux gens du monde qui, n'ayant pas suivi les progrès de la Physique depuis leur sortie de l'école, tiendraient à savoir ce qu'est devenu le plus captivant de ses chapitres, sans s'astreindre à la lecture difficile des œuvres de Bouasse, de Drude, de Schuster, de Wood. ERNEST COUSTET.

Sabatier (Paul), *Membre de l'Institut, doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **La Catalyse en Chimie organique.** — 1 *vol. in-8° de* 255 *pages de l'Encyclopédie de Science chimique appliquée aux Arts industriels.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1914.

Les réactions catalytiques sont à l'ordre du jour, et nul n'était mieux indiqué que M. Sabatier pour écrire un livre sur la question. En effet, la méthode d'hydrogénation qu'il mit sur pied, il y a quinze ans, avec M. Senderens, et qu'il n'a cessé de travailler depuis, constitue le plus beau chapitre de la catalyse. Il eût été même très intéressant que l'auteur réunît en un volume une étude complète de cette question, mais il a préféré embrasser dans sa monographie tout ce qui a été fait d'une façon générale sur la catalyse en Chimie organique et s'est trouvé limité par le cadre de la collection peut-être un peu étroit pour le cas actuel.

L'ouvrage comporte une vingtaine de chapitres. L'auteur passe successivement en revue les généralités sur la catalyse et les matières diverses pouvant produire la catalyse, puis les oxydations et les introductions diverses dans la molécule. Cinq chapitres sont ensuite consacrés à l'hydrogénation et nous permettent de suivre pas à pas les travaux de l'auteur avec ses différents collaborateurs; les deux chapitres suivants ont trait aux isomérisations, polymérisations, condensations par addition et aux séparations diverses. Dans les deux chapitres sur les déshydrogénations et les trois chapitres sur les déshydratations qui viennent à la suite, on peut encore se rendre compte de l'importance des travaux effectués par MM. Sabatier, Senderens et leurs collaborateurs. Enfin, dans trois chapitres, nous trouvons : séparations d'hydracides ou de molécules similaires, dédoublement des acides et dédoublement des éthers-sels d'acides organiques.

Le dernier chapitre est consacré au mécanisme de la catalyse. Après avoir montré combien il est difficile, dans le cas des systèmes homogènes, de vouloir élaborer une théorie générale, en raison de la multitude de cas que l'on peut envisager, M. Sabatier étudie plus à fond les systèmes hétérogènes et discute successivement la théorie physique basée sur les propriétés des corps poreux, et la théorie chimique actuelle qui s'appuie sur les réactions intermédiaires. Après avoir montré la difficulté d'admettre la première dans le cas de l'hydrogénation des liquides, M. Sabatier montre sa préférence pour la seconde et il conclut:

« La théorie de la catalyse par les actions intermédiaires a le défaut de s'appuyer quelquefois sur la considération de composés hypothétiques; mais, en dehors d'elle, il est impossible de donner aucune explication générale des actions catalytiques.

« En ce qui me concerne, cette explication, par des combinaisons temporaires instables, a été le phare directeur de tous mes travaux sur la catalyse : sa lueur s'éteindra peut-être dans l'avenir, parce que des clartés encore insoupçonnées se lèveront plus puissantes dans le champ mieux défriché de nos connaissances chimiques. Actuellement, telle qu'elle est, malgré ses imperfections et ses lacunes, la théorie nous paraît bonne parce qu'elle est féconde et permet de prévoir utilement des réactions. » ANDRÉ BROCHET,
Docteur ès Sciences.

3° Sciences naturelles

Dupouy (G.), *Chef de Laboratoire au Service des Mines de l'Indochine.* — **Etudes minéralogiques sur l'Indochine française.** — 1 *vol. in-8° de* 438 *pages avec* 2 *cartes.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Emile Larose, éditeur*, 1, *rue Victor-Cousin. Paris*, 1913.

Cet ouvrage est formé de 4 parties.

La première et la plus importante constitue une description de tous les minéraux trouvés jusqu'à présent en Indochine française, soit par M. Dupouy au cours de ses voyages, soit par d'autres explorateurs ou prospecteurs. Après les avoir disposées suivant la classification de Groth, l'auteur donne des diverses espèces minérales les caractères physiques, la nature du gisement et les associations minérales, puis une énumération de tous les gisements connus, enfin l'analyse des échantillons qui se rapprochent le plus de la composition typique de l'espèce.

Dans la seconde partie, l'auteur fait connaître les résultats de recherches poursuivies pendant deux ans sur les eaux indochinoises et leurs limons. Cette étude comprend : 1° les eaux météoriques, qui intéressent l'agriculture par leur teneur modeste, mais appréciable, en principes azotés; 2° les eaux courantes de nombreux cours d'eau, qui contribuent à la prospérité des deltas indo-chinois par les matières limoneuses fertilisantes qu'elles épandent; 3° les eaux souterraines : eaux de source ou de puits, et également eaux thermales reconnues jusqu'à ce jour.

Une étude, surtout rétrospective, de l'industrie minérale indigène constitue la troisième partie de l'ouvrage. L'auteur y indique la façon dont les indigènes exploitent l'argile, le calcaire, le sel, le salpêtre, le fer, le zinc, le cuivre, le plomb, l'étain, et les métaux précieux, et termine par un aperçu sur la fabrication des monnaies.

Enfin une dernière partie reproduit les tableaux officiels sur le mouvement minier en Indochine. Les principales exportations sont, par ordre d'importance:

la houille, le zinc, l'antimoine, l'étain, le cuivre, le plomb et le tungstène, et elles proviennent en grande majorité du Tonkin.

L'ouvrage de M. Dupouy, basé sur les observations faites pendant quinze années de séjour en Indochine française, forme une contribution de premier ordre à l'étude des ressources minérales de ce pays.

LOUIS BRUNET.

Pelourde (F.), *Docteur ès sciences, Préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Paléontologie végétale. Cryptogames cellulaires et Cryptogames vasculaires.** *Préface de* M. R. ZEILLER, *Membre de l'Institut.* — 1 *vol. in*-18 *de* XXVIII-360 *pages avec* 80 *figures, de l'Encyclopédie scientifique.* (*Prix* : 5 *fr.*) *O. Doin et fils, éditeurs. Paris,* 1913.

La Paléontologie végétale a été longtemps quelque peu dédaignée par les biologistes, qui semblaient attacher peu d'intérêt aux résultats de ses recherches; les géologues eux-mêmes ne voyaient en elle, à raison de la rareté relative des gisements de végétaux fossiles, qu'une auxiliaire imparfaite dont ils ne croyaient pouvoir attendre que peu de services. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et rien n'atteste mieux l'importance qu'on reconnaît maintenant à la Paléobotanique, grâce aux remarquables progrès faits par elle depuis un certain nombre d'années, que la place qui lui est attribuée dans l'*Encyclopédie scientifique* du Dr Toulouse, où trois volumes lui ont été réservés dans la Bibliothèque de Paléontologie.

L'élaboration en a été confiée à M. Pelourde, dont la compétence s'est affirmée par d'intéressants travaux, notamment sur les Fougères fossiles, et c'est le premier de ces trois volumes qui vient d'être publié, consacré aux Cryptogames cellulaires et aux Cryptogames vasculaires.

L'auteur passe assez rapidement sur les Cryptogames cellulaires, qui n'offrent pas dans le passé, à en juger du moins par les matériaux jusqu'à présent recueillis, de formes sensiblement différentes de celles que nous observons aujourd'hui, et ne nous apprennent, en conséquence, rien de bien nouveau.

Les Cryptogames vasculaires, pour lesquelles, au contraire, les recherches paléobotaniques nous ont fait connaître nombre de types tout autres que ceux de la flore actuelle, sont traitées avec beaucoup plus de développements : des détails très complets, dans lesquels il est tenu compte des résultats des découvertes les plus récentes, sont donnés, pour chaque groupe, d'abord sur la morphologie externe, puis sur la structure anatomique des tiges, des feuilles, des racines, et enfin sur la constitution des appareils fructificateurs.

Sont ainsi étudiées successivement : les Equisétales, paléozoïques, puis mésozoïques; les Sphénophyllales, dont M. Pelourde signale les relations avec les Psilotacées; les Lycopodiales, Lépidodendrées, Sigillariées, Stigmariées, et formes diverses, telles que *Pleuromeia* et *Nathorstiana*, qui semblent les chaînons disjoints d'une chaîne qui rattacherait nos *Isoetes* aux Lycopodinées arborescentes de l'époque carbonifère. En dernier lieu viennent les Filicales, qui ont fait l'objet, dans ces dix dernières années, de si remarquables découvertes, une bonne partie des « Fougères » houillères ayant été reconnues pour des plantes à graines, des végétaux gymnospermes, aujourd'hui désignées sous le nom de Ptéridospermées. En raison, toutefois, de l'impossibilité où l'on est encore de distinguer, sur des échantillons stériles, les frondes des Ptéridospermées de celles des Filicinées véritables, l'auteur décrit d'abord les principaux types de frondes filicoïdes, sans rien préjuger de leur attribution systématique; il passe ensuite aux spécimens fertiles dont les sporanges offrent des caractères de vraies Fougères, Marattiales, Leptosporangiées, Botryoptéridées, et il termine par un exposé des résultats acquis aujourd'hui touchant la structure anatomique des tiges ou des pétioles reconnus pour appartenir réellement au groupe des Filicales.

Chacun de ces grands chapitres se termine par un résumé substantiel où sont plus particulièrement mis en lumière les rapports des types fossiles avec les types actuels et les relations que leur étude fait apparaître entre des groupes qui semblent aujourd'hui bien séparés.

En permettant ainsi aux lecteurs de se mettre au courant des données essentielles, et les plus récentes, de la Paléontologie végétale, l'ouvrage en question rendra de grands services aussi bien à ceux qui s'intéressent, d'une façon générale, à l'histoire du monde végétal et de son évolution, qu'à ceux qui peuvent désirer s'initier plus spécialement à la Paléobotanique. Celle-ci a besoin d'ouvriers, particulièrement en France, où elle ne compte encore, comparativement à l'étranger, qu'un chiffre d'adeptes trop restreint; il est à souhaiter que l'ouvrage de M. Pelourde contribue à en augmenter le nombre, en suscitant de nouvelles vocations.

R. ZEILLER,
Membre de l'Institut.

4° Sciences médicales

Technique clinique médicale et Séméiologie élémentaires, *publié sous la direction du* **Dr Emile Sergent,** *et avec la collaboration de* MM. RIBADEAU-DUMAS, LIAN D'HEUCQUEVILLE, FECAROTTA, S. CHAUVET, PRUVOST, HAZARD. *Préface de* M. JUST LUCAS-CHAMPIONNIÈRE. — 1 *vol. in*-8° *de* 600 *pages avec* 173 *figures et* 2 *planches en couleurs.* (*Prix* : 12 *francs.*) *A. Maloine, éditeur,* 25-27, *rue de l'Ecole-de-Médecine. Paris,* 1913.

La technique clinique prend chaque jour une importance plus grande, par suite de l'introduction de plus en plus répandue des procédés de laboratoire pour l'examen du malade. Malheureusement, l'élève arrive mal préparé pour utiliser l'arsenal dont on lui parle, et l'insuffisance de l'étude physiologique pratique éclate continuellement.

Combien d'étudiants ont systématiquement ausculté des sujets sains placés dans des conditions physiologiques différentes, combien ont poursuivi la recherche des réflexes normaux, des variations de leur intensité suivant l'état psychique du sujet, en dehors de l'état réellement morbide?

A côté de ces lacunes, qui ne pourront être comblées que par une extension rationnelle des observations physiologiques, on peut également se plaindre de la trop grande place tenue à l'hôpital par la pathogénie aux dépens de la symptomatique.

« Ici, arrêt, bien long certes, au lit d'un typhique; discussion passionnée sur l'origine hydrique ou la contagiosité directe de la fièvre typhoïde; pas un mot sur les symptômes! — Plus loin, station prolongée en face d'une jaunisse et aperçus fort documentés sur l'hémolyse et les hémolysines : silence complet sur les éléments du diagnostic différentiel des ictères! — En face, reprise d'une polémique quotidienne, entretenue par le chef et l'interne, partisans intransigeants de deux doctrines adverses sur la pathogénie du diabète : aucune allusion à l'évolution clinique! »

Ces lignes, que nous empruntons à l'introduction écrite par M. E. Sergent pour le *Traité de Technique clinique*, sont prises sur le vif et constituent la critique la plus méritée que l'on puisse faire de beaucoup d'enseignements cliniques actuels.

Dans l'ouvrage qu'il présente au public, M. Sergent s'est réservé la séméiologie de l'appareil respiratoire, excellente étude méthodique et bien vécue, qui constituera un guide sûr pour l'étudiant; nous mentionnerons en particulier l'exposé des diverses variétés de souffles pulmonaires, si difficiles à distinguer pour le débutant et souvent pour le vieux praticien.

C. Lian a traité de l'appareil circulatoire et on lira avec intérêt le chapitre sur la pression artérielle et les différents appareils préconisés pour son étude. Beaucoup d'engouement, auquel peut faire suite un abandon injustifié de cette méthode et que l'on sent déjà sur le point de se produire.

Avec Ribadeau-Dumas, nous étudions le foie et les reins. Parmi les multiples procédés recommandés pour la palpation de cet organe, l'auteur a sagement fait un choix.

Il n'est pas d'étude plus complexe que celle des altérations fonctionnelles du système nerveux. M. S. Chauvet a en moins de 170 pages abordé ce lourd, trop lourd programme.

Enfin un dernier chapitre est consacré aux recherches élémentaires faites au laboratoire : examen des crachats, du sang, des humeurs, radioscopie et radiographie, toutes choses qui exigent un stage prolongé dans les laboratoires pour être menées à bien et pour ne pas aboutir à des déductions trop hâtives.

En fait, ce livre rendra de réels services aux étudiants en médecine, s'ils veulent avant tout accepter cette idée qu'on est loin de leur inculquer dans beaucoup de services : La clinique ne peut être comprise qu'en s'appuyant sur des bases sérieuses, que fournissent seules ces sciences qu'hier encore un de nos maîtres en chirurgie appelait dédaigneusement devant ses stagiaires de première année : les sciences accessoires.

Mais nous finirons cette analyse en citant encore les lignes écrites pour la préface de cet ouvrage par un chirurgien qui fut un grand et bon savant :

« Il est de mode de parler avec mépris de l'éducation livresque. Je voudrais bien savoir pourtant où on peut apprendre ailleurs que dans les livres. J'ai bien peur que l'éducation non livresque ne soit celle des gens qui ont une idée vague de choses dont ils ont entendu parler, mais qu'ils ne savent pas (J. Lucas-Championnière). »

J. P. L.

5° Sciences diverses

Guilleminot (H.), *Chef des travaux de Physique biologique à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Les nouveaux Horizons de la Science.** *T. I* : **La matière, la molécule, l'atome.** — *T. II* : **L'électricité, les radiations, l'éther, origine et fin de la matière.** — *T. III* : **La matière vivante, sa chimie, sa morphologie.** — 3 *vol. in-8° de* 297, 480 *et* 415 *pages.* (*Prix : 4 fr., 6 fr. et 6 fr.*) *G. Steinheil, éditeur. Paris,* 1913-14.

Ne ferai-je pas tout de suite le reproche, si c'en est un, à M. Guilleminot de nous avoir donné sous un titre, à mon avis, un peu emphatique, une excellente mise au point résumée, condensée, simplifiée de quelques-uns des principaux problèmes de Physique, de Physique et de Chimie biologiques, actuellement à l'ordre du jour? Labeur vraiment considérable et plein d'écueils : en touchant tant de choses, que de risques d'en abîmer quelques-unes ! A la vérité, si pour certaines parties je me déclare peu compétent — et c'est justement de la Physique qu'il s'agit, et je ne doute pas que là M. Guilleminot, se mouvant sur un terrain à lui familier, s'en soit tiré parfaitement bien, — en revanche, pour celles qui me sont plus connues, j'ai eu véritablement plaisir à les retrouver exposées clairement, simplement, exactement.

Donnerai-je quelques titres des différents chapitres traités par M. H. Guilleminot ?

Tome I : L'idée de matière telle qu'elle est donnée par le cerveau humain, par la Physique et la Chimie atomique; les liens interatomiques; les rapports des molécules entre elles; la tension superficielle; la capillarité, etc. — *Tome II* : L'électricité, exposé sommaire des principales notions données par la science expérimentale; la théorie électronique, le champ électrique et le champ magnétique de l'électron; l'éther; les rayons hertziens et l'induction électrique; les rayons lumineux; l'infra-rouge; l'ultra-violet; la radioactivité; les enseignements de la cosmologie; les théories cosmogoniques; l'évolution de l'énergie. — *Tome III* : La chimie de la matière organique, de la matière organisée; les réactions chimiques et l'énergétique générale; les réactions chimiques chez les êtres vivants; les faux équilibres et les actions lytiques dans l'évolution de la matière vivante ; les formes de la matière vivante : la cellule, les formes cellulaires.

On voit, par cette énumération rapide, la diversité des questions embrassées. Ajoutez à ceci quelques pages où l'auteur n'a pas craint d'aborder les questions philosophiques qui dominent les problèmes si complexes de la Biologie « ... hérissés d'autant plus de difficultés que l'homme, en général, ne peut les envisager sans idées préconçues et que, pour les résoudre, il se laisse, à son insu et avec une parfaite bonne foi, guider par une logique spéciale dans laquelle souvent la rigueur rationnelle cède le pas à la sentimentalité », et c'est plus qu'il n'en faut pour féliciter grandement M. Guilleminot.

MAURICE NICLOUX.

Percin (Général), *ancien membre du Conseil supérieur de la Guerre.* — **Le Combat.** — 1 *vol. in-16 avec* 2 *cartes, dont* 1 *hors texte, de la Nouvelle Collection scientifique, publiée sous la direction de* M. E. BOREL. (*Prix : 3 fr.* 50.) *Alcan, éditeur. Paris,* 1914.

Le général Percin n'a pas eu, dit-il, la prétention d'écrire un cours d'art militaire. Sa seule ambition a été d'offrir au public quelques réflexions personnelles sur les divers modes de l'activité guerrière. Le général les présente dans le cadre de la bataille de Coulmiers, à laquelle il a assisté.

Après un résumé succinct, et peut-être un peu théorique, de l'action de l'infanterie et de la cavalerie, il développe d'une manière intéressante la tactique de l'artillerie de campagne. Le général est un ancien artilleur; il a, de plus, exercé pendant cinq années les fonctions d'inspecteur général de cette arme. Aussi peut-il rappeler avec quelque autorité que l'artillerie, impuissante à forcer l'ennemi à la retraite par son action destructive, doit aider, de tous ses moyens, la progression de l'infanterie, seule capable d'obtenir ce résultat.

Pour être efficace, l'intervention de l'artillerie doit se produire à des moments précis, que l'assaillant seul peut prévoir, et en des points précis, dont quelques-uns dépendent de lui, et dont les autres ne dépendent que de l'ennemi.

Cette intervention implique, dans tous les cas, une liaison aussi étroite que possible entre l'infanterie et l'artillerie.

La liaison, elle existe, en partie, du moins, dès que le commandant des troupes a donné l'ordre d'attaque et a désigné les fractions d'infanterie et d'artillerie qui doivent y coopérer. C'est ce qu'on a dénommé parfois la liaison « par le haut », en opposition avec la liaison entre les exécutants eux-mêmes, que réclame le général Percin et qu'il définit liaison « par le bas ».

Ce genre de liaison, dont il est l'apôtre convaincu, ne trouve que des zélateurs assez tièdes parmi les artilleurs, peu disposés à se subordonner aux besoins de l'infanterie et enclins, de tout temps, à considérer l'artillerie ennemie comme l'objectif le plus important du champ de bataille.

Le général Percin termine en s'élevant contre la hantise de l'artillerie lourde et contre l'augmentation croissante du rapport numérique entre notre artillerie et notre infanterie. C'est un artilleur qui parle, et il sait bien qu'à moins d'une inégalité trop flagrante, le dernier mot, dans la lutte, ne sera pas à l'armée qui aura les engins les plus nombreux, mais à celle qui, avec la meilleure instruction de ses cadres, disposera des fantassins les plus valeureux et les plus mordants.

Cᵉˡ X.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Juin 1914.

M. A. **Lacroix** est élu secrétaire perpétuel en remplacement de M. Ph. van Tieghem, décédé.

1° Sciences mathématiques. — MM. **G. Humbert** et **Paul Lévy** : Sur les fonctions abéliennes singulières de trois variables. — M. **M. Gevrey** : Sur les propriétés analytiques des solutions des équations aux dérivées partielles. — M. **R. Suppantschitsch** : Sur un développement en série des puissances d'un polynome. — M. **Fr. Riesz** : Sur les polynomes trigonométriques. — M. **S. Bernstein** : Sur la convergence absolue des séries trigonométriques. — M. **T.-H. Gronwall** : Sur quelques méthodes de sommation et leur application à la série de Fourier. — M. **B. Bouliguine** : Sur une propriété de la fonction $\xi(t)$ de Riemann. — M. **Coggia** adresse ses observations de la comète 1914 *b* (Zlatinsky), faites à l'Observatoire de Marseille. — M. **J. Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1914. Il y a eu une légère augmentation des taches sur le trimestre précédent, tant en nombre qu'en surface. Le nombre et l'étendue des groupes de facules ont également augmenté. — M. **Al. Véronnet** a étudié par le calcul, en se basant sur les données les plus récentes, les causes données de la chaleur solaire : réactions chimiques, énergie intra-atomique (radium), travail de l'attraction. D'après ses calculs, cette dernière théorie, due à Helmholtz, est la seule explicative. — M. **F. La Porte** donne une nouvelle solution du problème de la compensation d'un quadrilatère, consistant à scinder en deux les opérations en ne considérant d'abord que les équations aux angles, puis ensuite l'équation aux côtés.

2° Sciences physiques. — M. **Ph. Flajolet** signale de nouvelles perturbations de la déclinaison magnétique observées à Saint-Genis-Laval pendant le premier trimestre de 1914. — M. **André Blondel** montre que les méthodes actuelles d'analyse harmonique des courants alternatifs par résonance peuvent être remplacées par les suivantes : 1° emploi d'un circuit de résonance agissant sur un ampèremètre électrostatique ou thermique, ou mieux encore thermo-électrique, et contenant une self-induction fixe et une capacité à variation continue, ledit circuit étant étalonné empiriquement au moyen d'un alternateur sinusoïdal à fréquence variable ; 2° emploi, au lieu d'ampèremètre, d'un oscillographe vibrant à l'air libre sans amortissement et dont la fréquence, tout en étant supérieure à celle de l'harmonique la plus élevée, est assez réduite pour produire une amplification des harmoniques croissant avec la fréquence. — M. **R. Marcelin** montre que les échanges de matière faits par une phase condensée (liquide ou solide) à sa vapeur sont d'autant moins importants que la température est plus basse; il est assez vraisemblable qu'à froid les molécules de vapeur rebondissent toutes sur la phase condensée et qu'au contraire elles sont presque toutes captées à chaud. — M. **Maurice Curie** a déterminé le poids atomique du plomb provenant de divers minéraux radio-actifs. Celui qui provient des minerais d'uranium est nettement inférieur au poids atomique du plomb normal, tandis que celui de la mozanite donne un chiffre légèrement supérieur. Ces résultats sont conformes à la théorie des désintégrations radio-actives. — M. **H. Pélabon** a fait l'étude thermo-électrique des mixtes sélénium-antimoine; le composé défini Sb^2Se^3 est nettement mis en évidence par la variation brusque du pouvoir thermo-électrique. — M. **P. Pascal**, par double décomposition entre le sulfate d'uranyle et le sulfocyanure de baryum, a obtenu le sulfocyanure d'uranyle, $UO^2(CAzS)^2 + 8\,H^2O$, en aiguilles jaune orangé clair, très déliquescentes. Il donne facilement des sels doubles avec les autres sulfocyanures métalliques. — M. **Ph.-E. Browning** a constaté que les hydrates de terres rares exemptes de cérium se dissolvent dans la solution de brome avec des vitesses inégales; c'est pour le lanthane que cette vitesse est la plus grande. On peut établir sur cette propriété une méthode de séparation du lanthane et des didymes. — M. **G. Chavanne** est parvenu, par distillation en présence d'alcool éthylique ou méthylique absolu, à séparer l'α-bromopropène en ses deux isomères éthyléniques : cis, F. — 113°, Eb. 54°,6; trans, F. — 76°,5, Eb. 58°,7. L'état d'équilibre du mélange à la température ordinaire correspond à 82 °/₀ d'isomère cis. — Mlle **H. van Risseghem**, en déshydratant le diéthylcarbinol, a obtenu le β-pentène pur, F. — 147°, Eb. 36°,4. L'auteur a essayé d'isomériser ce composé par l'action du brome et de l'iode. — M. **Ch. Dufraisne** a isolé les deux bromures de benzoylphénylacétylène prévus par la théorie : cis, incolore, F. 113-114°; trans, jaune pâle, F. 79-80°. — M. **G. Courtois** a préparé les glycolate, lactate, oxalate, malonate et succinate d'uranyle à l'état anhydre et cristallisé; les trois derniers possèdent des hydrates parfaitement définis. Au contraire, le tartrate et le citrate retiennent énergiquement leur dernière molécule d'eau et l'on ne peut poursuivre leur déshydratation sans les décomposer. — M. **E.-E. Blaise** montre que la réaction de l'hydroxylamine sur l'éther diacétylsuccinique n'est nullement comparable à celle du même réactif sur les dicétones—1 : 4. Dans le premier cas, il se forme des dérivés Az-oxypyrroliques, tandis que, dans le second, on n'obtient que des mono ou des dioximes. — M. **M. Losanitch** a reconnu que les lactones éthyléniques sont susceptibles de fixer une molécule des composés méthyléniques sodés. Ainsi la lactone Δ^1—angélique réagit sur l'éther malonique sodé en donnant le 3-méthylène-dicarboxéthylpentanolide-4, F. 83-84°. — M. **Ed. Bauer** a observé que le dibenzoyl-1 : 3-propane se comporte vis-à-vis de l'amidure de sodium comme une acétophénone, sans toutefois se laisser alcoyler avec la même facilité. Avec la benzaldiacétophénone, on obtient de l'éthylphénylcétone et de la benzalpropiophénone. — MM. **A. Haller** et **R. Cornubert** montrent que la β-méthylcyclopentanone peut être alcoylée à satiété à côté du carbonyle (à l'aide de l'amidure de sodium), sans qu'il se forme de produits de condensation appréciables, à la condition qu'on introduise au préalable un groupe alcoyle (méthyle) en α vis-à-vis de la fonction cétonique. Comme la tétraméthylcyclopentanone, la β-méthyl-αα'α'-tétraméthylcyclopentanone se transforme en une amide d'un acide caproïque tétraméthylé quand on la chauffe au sein du toluène avec l'amidure de sodium. — MM. **Ch. Moureu** et **G. Mignonac** ont reconnu que les bases primaires et secondaires réagissent sur le bromure d'éthylmagnésium en dégageant une molécule d'éthane pour chaque fonction base primaire ou secondaire, tandis que les fonctions base tertiaire ne donnent lieu à aucun dégagement de ce gaz. La réaction permet donc de distinguer avec certitude les fonctions base tertiaire des fonctions base primaire ou secondaire. — MM. **A. Gautier** et **P. Clausmann** ont constaté que le fluor existe dans toutes les eaux

minérales, froides ou chaudes, à des doses variant d'une fraction de milligramme jusqu'à plus de 6 milligrammes par litre. D'une façon absolue, les eaux les plus riches sont celles d'origine éruptive, surtout les bicarbonatées sodiques. — MM. **A. Fernbach** et **M. Schoen** confirment la production d'acide pyruvique par la levure au cours de la fermentation. Sa quantité croît proportionnellement au sucre consommé jusqu'à un certain maximum, ce qui montre que l'acide pyruvique dérive du sucre.

3° Sciences naturelles. — MM. **Th. Nogier** et **Cl. Regaud** ont observé une diminution progressive de la radiosensibilité des tumeurs malignes traitées par des doses successives et convenablement espacées de rayons X. Ils désignent ce phénomène sous le nom d'auto-immunisation des néoplasmes vis-à-vis des rayons. — M. **H. Violle** a reconnu que le vibrion cholérique ne se développe primitivement que dans une zone déterminée de l'intestin : zone sensible. Il ne se développe que si cette zone est indemne de tout suc biliaire. — M. **J. Tissot** déduit de l'étude approfondie des causes de l'inactivation des sérums par dialyse que cette inactivation résulte de la dissociation des savons de soude du sérum jointe à une modification des savons de cholestérine. — M. **A. Lécaillon** a étudié les phénomènes de parthénogénèse naturelle rudimentaire qui se produisent chez la Tourterelle rieuse. L'œuf non fécondé ne dégénère pas purement et simplement quand il s'est détaché de l'ovaire, mais il subit, comme chez les Gallinacés, une segmentation aboutissant à la formation de nombreux blastomères destinés, d'ailleurs, à entrer bientôt en dégénérescence. — Mme **E Bloch** a étudié les modifications produites dans la structure des tiges et des racines par une compression extérieure. Outre l'aplatissement, on observe une structure dissymétrique, due à un développement inégal du bois et du liber dans les diverses directions; on constate, d'autre part, une lignification très abondante du parenchyme médullaire. — M. **F. Gérard** signale la présence à Madagascar de trois nouvelles espèces de Chlænacées, deux *Rhodochlæna* et un *Xylochlæna*. — M. **P. Hariot** décrit deux nouvelles espèces de *Cladochytrium* : *Cl. Mauryi*, qui vit sur les feuilles de colchique, et *Cl. Ollivieri*, trouvé sur des feuilles d'orchis. — MM. **H. Stassano** et **M. Gompel** ont reconnu que le pouvoir bactéricide du bi-iodure de mercure dépasse de beaucoup celui du bichlorure, du benzoate et du cyanure. Il est dix fois plus grand que celui du bichlorure, placé aujourd'hui au premier rang des antiseptiques. — M. **J. Groth** montre que la Sierra Morena est une région paléozoïque s'ennoyant au NE et au SE sous une couverture tertiaire. L'axe granitique de Villanueva de Cordoba, qui a probablement joué, dès le Cambrien, le rôle de barrière émergée, la sépare en deux régions bien différentes. — M. **M. Dalloni** estime que les Pyrénées catalanes constituent un exemple admirable de région normale, formée d'une série de plis parallèles, généralement déversés au Sud et affectés d'accidents secondaires sur leur bordure. Elle n'offre pas la moindre trace de charriage, comme le croient MM. Jacob et Fallot. — M. **L. Lutaud** met en lumière l'existence, sur la côte de l'Esterel, de deux anciennes lignes de rivage, correspondant à peu près aux deux niveaux de 55 mètres et 15 mètres signalés par le général de Lamothe dans le bassin de la Méditerranée. — M. **R. César-Franck** signale le contraste absolu entre les côtes nord et sud du Solent et du Spithead, les unes basses, ébouleuses, constituées par des argiles sableuses et des marnes, les autres formant de véritables falaises, constituées par de la craie à silex ou à nodules phosphatés et par des grès ferrugineux.

Séance du 15 Juin 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Angelesco** : Sur une généralisation des polynomes d'Hermite. — M. **P. Appell** : Observations à propos de la communication précédente. — M. **Ch.-N. Moore** : Sur la relation entre certaines méthodes pour la sommation d'une série divergente. — M. **L. Tonelli** : Sur une méthode directe du Calcul des variations. — M. **J. Boussinesq** : Sur le calcul de plus en plus approché des vitesses bien continues de régime uniforme par des polynomes dans un tube prismatique à section carrée. — M. **Considère** indique une méthode pour la mesure du retrait, des efforts, de l'élasticité et de la résistance du béton dans les constructions en béton armé. — M. **Paul Renard** montre qu'il y aurait tout intérêt à revenir, dans la construction des dirigeables souples, au système primitif de Meusnier avec ballonnet à air séparé.

2° Sciences physiques. — M. **J. Baillaud** propose un dispositif simple pour l'enregistrement des signaux horaires rythmés; il est basé sur l'emploi d'une série de signaux auxiliaires, donnée par une pendule spéciale de même période que les signaux de t. s. f. L'observateur écoute en même temps les deux séries de signaux et fait coïncider leurs battements en déplaçant dans le temps la série des signaux auxiliaires. Lorsque les deux séries coïncident, il inscrit sur le chronographe la série auxiliaire. Cette inscription équivaut alors à celle des signaux de t. s. f. — M. **P. Jégou** décrit un dispositif pour étudier la puissance des oscillations captées dans une réception de t. s. f. Il consiste à associer avec un circuit accordé un détecteur électrolytique sans source électrique extérieure ni intérieure. — M. **M. de Broglie** poursuit l'étude de l'analyse spectrale directe des éléments par les rayons secondaires issus des rayons de Rœntgen. Cette méthode présente le grand avantage de ne manipuler en aucune façon la substance dont on veut connaître la composition. — MM. **R. Ladenburg** et **F. Reiche** ont constaté que, dans les vapeurs très diluées, les coefficients d'émission et d'absorption des raies D du sodium suivent en première approximation la fonction de Rayleigh; en augmentant la densité des vapeurs, la fonction de la théorie de dispersion concourt de plus en plus dans la répartition de l'énergie des raies D, pour prédominer enfin. — M. **D. Berthelot** montre que la photolyse de l'acide oxalique consiste en une scission primaire en CO^2 et HCOOH, puis en une décomposition secondaire de ce dernier à l'état naissant par les rayons de grande longueur d'onde en CO et H^2O, et par les rayons de courte longueur d'onde en CO^2 et H. — M. **F. Leprince-Ringuet** a déterminé les limites d'inflammabilité du grisou dans diverses conditions. Elle passe par un minimum qui a lieu à 0° lorsqu'il n'y a pas dissolution du gaz dans l'éprouvette, et à 11° quand il y a dissolution à saturation du gaz en présence de son volume d'eau. La pression n'a pas d'influence appréciable sur la limite. — M. **O. Hönigschmid** et Mlle **St. Horovitz** ont reconnu que le poids atomique du plomb extrait de la pechblende est inférieur à celui du plomb ordinaire, ce qui semble prouver qu'il contient du radium G, produit final de la désintégration dans la série Ur-Ra et élément isotopique avec Pb, c'est-à-dire inséparable par voie chimique de celui-ci, quoique possédant un poids atomique inférieur. — M. **R. de Forcrand** a cherché à préparer à l'état pur les hydrates de sulfate de Mn, en opérant soit par efflorescence, soit par cristallisation des dissolutions saturées ou sursaturées. Il a obtenu les hydrates à 4, 2 et 1 H^2O, et un hydrate intermédiaire entre le monohydrate et le sel anhydre. — M. **E. Berger** a constaté que la réduction des oxydes de Cu et de Ni est très fortement accélérée quand on absorbe l'eau formée pendant la réaction. L'allure de la réaction, continue pour l'oxyde de cuivre, montre dans le cas du nickel l'existence d'une étape intermédiaire, l'oxyde nickeleux, Ni^2O. — M. **J. Joannis** a reconnu que la pression n'a pas un rôle appréciable dans l'oxydation du cuivre, mais l'oxyde formé diminue considérablement la vitesse d'oxydation. Dans la réduction, la pression ne semble pas avoir non plus d'influence. — MM. **L. Gay**, **F. Ducelliez** et **A. Ray-**

naud montrent que le Mn agit catalytiquement pour provoquer la bromuration du benzène et accélérer celle de ses homologues. Le métal n'est pas attaqué. — M. **Maldiney** a observé que, si l'on mélange quelques parcelles de carbonate de potasse avec quelques cristaux d'hydroquinone, il se produit immédiatement une coloration d'un beau bleu pâle qui fonce de plus en plus jusqu'au bleu de Prusse. L'eau détruit immédiatement la couleur bleue. — MM. **A. Haller** et **R. Cornubert** ont préparé les $\alpha\alpha'\beta$-triméthyl-$\alpha\alpha'$-dibenzylcyclopentanone et $\alpha\beta'$-diméthyl-$\alpha\alpha'\alpha'$-tripropyl-*n*-cyclopentanone, et les ont décomposées par chauffage avec l'amidure de sodium au sein d'un carbure benzénique en acide diméthylbenzylcaproïque et dipropyldiméthylcaprylique. — MM. **V. Grignard** et **Ch. Courtot** ont constaté que le magnésien du cyclopentadiène se prête aux réactions les plus diverses, mais, dans la plupart des cas, on ne réussit à isoler que des dimères dérivés du dicyclopentadiène; avec les dérivés aldéhydiques, on obtient des dérivés du fulvène. — M. **M. Godchot** a reconnu que la thuyone, cétone bicyclique, en présence de Ni et de H, se transforme vers 175-180° en un dérivé cyclopentanique vrai, la thuyamenthone (diméthyl-1 : 2-isopropyl-3-cyclopentane-one-5). — M. **L. Vignon** a réalisé la préparation synthétique d'un gaz se rapprochant du gaz de houille en partant : 1° du gaz d'eau, par mise en contact avec la chaux en présence d'eau vers 400°; 2° du coke, en faisant passer de la vapeur d'eau sur un mélange de coke et de chaux chauffé entre 600 et 1.000°; 3° de la houille, en la mélangeant avec de la chaux, puis en distillant d'abord à 900-950°, ensuite à 900-1.000° avec de la vapeur d'eau. Le rendement en gaz est bien plus considérable, et il peut être obtenu non toxique, sans CO. — M. **G. Friedel** signale la présence d'un gisement d'iodargyrite en France, au voisinage d'un filon de wolfram, près d'Echassières (Allier). — M. **G. André** a poursuivi ses recherches sur la vitesse de l'hydrolyse et du déplacement par l'eau des matières azotées et minérales contenues dans les feuilles. L'exosmose de l'azote est faible, celle du phosphore plus considérable; la potasse est toujours la substance qui s'élimine en plus forte proportion. — MM. **G. Bertrand** et **M. Rosenblatt** ont constaté que ni la maltase, ni la catalase contenues dans la macération aqueuse de levure ne donnent lieu, comme la sucrase, au phénomène de la thermo-régénération. — M. **H. Bierry** et Mme **Z. Gruzewska** donnent un procédé qui permet de doser en bloc les matières sucrées du foie : glycogène, sucre libre ou provenant de l'hydrolyse.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Renaut** a reconnu que les grains de ségrégation murs des cellules connectives rhagiocrines sont exactement saisis et teints par quatre méthodes différentes de coloration, comme le sont les formations collagènes figurées du tissu conjonctif. Le constituant qui les rend spécifiquement ainsi colorables leur est donc fourni par le jeu même de l'activité sécrétoire des cellules connectives. — MM. **J.-E. Abelous** et **C. Soula** ont observé après l'injection d'une dose non mortelle d'urohypotensine des modifications du chimisme cérébral traduisant l'atteinte grave portée à la substance nerveuse par l'injection d'antigène. C'est dans les produits de ce métabolisme troublé qu'il faut chercher l'origine de cette toxogénine dont la combinaison avec l'antigène produit l'apotoxine, agent du choc anaphylactique. — M. **S. Sécérov** a constaté que les poils blancs de lapin et de cobaye peuvent devenir jaunâtres et rougeâtres sous l'influence des rayons ultra-violets. Les poils détachés des animaux jaunissent également sous cette influence, mais moins vite que sur l'animal. — M. **L. Roule** montre l'identité des genres *Eurypharynx* et *Gastrostomus*. La famille des Eupharyngidés n'est donc actuellement représentée que par un seul genre, auquel revient le nom d'*Eurypharynx* et qui peut descendre à des profondeurs considérables. — MM. **Ch. Nicolle** et **G. Blanc** démontrent la virulence du pou à la période qui précède immédiatement la réapparition des spirilles de la fièvre récurrente, c'est-à-dire à un stade invisible de l'évolution de ceux-ci. — MM. **Aug. Lumière** et **J. Chevrotier** ont reconnu que la substance nocive qui rend rapidement stériles les cultures des gonocoques est constituée par un produit d'oxydation des exotoxines sécrétées par le microbe. On conserve les cultures virulentes en se mettant à l'abri de l'air, par culture sous huile de vaseline ou dans le vide. — M. **Ch. Richet** a constaté que le ferment lactique peut s'accoutumer aux poisons; il ne s'accoutume pas à l'inanition. — M. **de Lamothe** a observé dans la région de Valence des témoins de 8 nappes alluviales du Rhône et de 6 nappes de l'Isère. — M. **G. Gardet** a reconnu que le Muschelkalk supérieur des environs de Bourbonne est très fossilifère; il s'est déposé dans une mer peu profonde au voisinage d'une terre. Le Lettenkohle existe vraiment aux environs de Bourbonne. — M. **de Montessus de Ballore** estime que les tremblements de terre du détroit de Cook correspondent à la seconde phase de surrection des Kaikoura Ranges, surrection d'allure épirogénique.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 Juin 1914.

M. **Al. Carrel** a fait des expériences comparatives sur la rapidité d'accroissement d'un tissu conjonctif cultivé depuis vingt-huit mois dans du plasma de poulet et d'un tissu frais. Le tissu adapté à la vie *in vitro* s'accroît beaucoup plus rapidement que le tissu frais; il n'est donc plus soumis à l'action du temps. — M. **Alb. Robin** a reconnu que l'élimination de l'azote ammoniacal ne présente rien de caractéristique dans le cancer. L'augmentation de l'azote aminé n'est pas spécifique du cancer. — M. **F. Lagrange** montre que, dans l'état actuel de la science et de la pratique ophtalmologique, il n'existe aucune raison de ne pas admettre dans l'armée française l'usage des verres cylindriques. Cette réforme permettrait de relever l'acuité visuelle des astigmates au point de leur permettre de se livrer utilement à tous les actes de la vie militaire. — M. **H. Claude** préconise la distinction entre les syndromes myasthéniques et les syndromes asthéniques, bien que ces deux catégories d'affections présentent une symptomatologie assez analogue. Elle conduit à instituer des thérapeutiques différentes : la polyopothérapie prolongée peut, unie au traitement par la strychnine et les préparations phosphorées, donner des résultats très satisfaisants dans les formes graves ou atténuées du syndrome d'Erb. La médication surrénalienne et toni-cardiaque suffit habituellement dans les états asthéniques ou adynamiques. — M. **A. Trillat** montre l'existence de buées microbiennes invisibles qui peuvent être engendrées dans le voisinage d'un malade en puissance de contagion sous l'influence de la respiration. Une surface refroidissante, placée à plus de 20 mètres de la buée microbienne, l'attire et peut permettre de s'en débarrasser.

Séance du 16 Juin 1914.

M. **Ed. Schwartz** présente un Rapport sur un mémoire de M. **Léon Imbert** concernant le pronostic social des accidents du travail. — M. le Dr **Enriquez** montre l'existence de sténoses pyloriques à forme gastralgique, dont le signe capital est la douleur tardive, survenant de trois à quatre heures après les repas, calmée par l'ingestion soit d'aliments, soit de bicarbonate de soude. Aucun paroxysme douloureux ne résiste, à moins de lésions organiques, à une réduction de sel de 2 grammes par vingt-quatre heures, poursuivie pendant cinq à six semaines. En cas de lésions, il faut recourir à une intervention chirurgicale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Juin 1914.

M. **J. Giaja** a observé que les ferments du suc d'Helix produisent du sucre réducteur aux dépens de la levure qui est complètement dépourvue de glycogène. Mais l'hydrolyse par les acides donne notablement plus de sucre réducteur. — M. **H. Piéron** a constaté que les Némertes s'alimentent non en digérant leur proie, mais en sucant le liquide intérieur et le sang. — M. **J. Saloz** a étudié l'action broncho-dilatatrice du sympathique chez le chat et le chien. La pilocarpine, l'ergot de seigle produisent une augmentation du tonus bronchitique; l'atropine, au contraire, une dilatation passive et permanente. — M. **M. de Kervily** montre que le cartilage de la trachée chez l'homme adulte est en partie élastique et en partie hyalin. Tout en présentant des variations individuelles, la proportion du cartilage élastique augmente progressivement depuis le stade fœtal jusqu'au stade adulte, puis il se fait une résorption localisée des éléments élastiques. — MM. **H. Stassano** et **M. Gompel** signalent l'extrême toxicité et l'action bactéricide du biiodure de mercure. Le cyanure, au contraire, est peu toxique et peu bactéricide, probablement parce qu'il coagule d'abord les albumines des tissus avec lesquels il entre en contact. — M. **Ed. Retterer** montre que la crête urétrale ou vérumontanum mâle et femelle du cobaye est un raphé dû au cloisonnement du cloaque ou du sinus uro-génital. — M. **N. Mislawsky** a constaté que la durée de l'excitation de la plaque terminale nerveuse des muscles striés est considérablement augmentée par le curare, avant que la paralysie soit complète. — M. **A. Borrel** montre que la formation sous-basale de la peau du têtard de grenouille décrite récemment par M. Nageotte est identique avec son réseau fondamental pigmentaire. — M. **A. Policard** a reconnu que les voies biliaires intrahépatiques comprennent : 1° un segment initial purement vecteur; 2° un segment absorbant qui correspond à tout le reste des voies biliaires. Les granulations cholestériques des voies biliaires ne représentent pas un matériel de sécrétion, mais une production secondaire en rapport avec une anomalie de l'absorption des corps gras et une surcharge adipeuse des cellules épithéliales. — MM. **Edm. Sergent** et **M. Béguet** ont constaté que les pigeons guéris de l'infection à *Hæmoproteus columbæ* ne sont pas immunisés contre elle. Tout au plus y a-t-il une immunité relative au cours d'une infection devenue chronique. — MM. **G. Dubreuil** et **M. Favre** donnent une description complète du chondriome des « plasmazellen » chez l'homme. — M. **E. Debains** décrit une modification de la réaction de Bordet-Gengou qui permet à la fois d'éviter l'altération des anticorps par la chaleur et de réaliser un dosage précis de l'alexine et de l'ambocepteur. — M. **C. Picado** a pratiqué avec succès la réaction de fixation avec le sérum antibœuf et l'alexine de porc. — M. **D. Roudsky** a mis à germer des graines de maïs stérilisées dans des tubes à essai, sur du coton cardé, au-dessus d'eau stérilisée contenant en dissolution diverses matières colorantes quinoïdes. Toutes les graines ont germé, mais les racines ne pénètrent pas d'abord dans le liquide, tout en étant colorées sur une certaine longueur. — M. **A. Frouin** a pratiqué chez quelques chiens le retournement de l'anse intestinale. Deux sont encore vivants et en bonne santé seize et onze mois après l'opération. Deux qui sont morts au bout de quatre et neuf mois présentaient une dilatation considérable de l'anse retournée. — MM. **J. Heitz** et **E. Bordet** ont reconnu que l'inanition accélère le rythme cardiaque; elle diminue nettement la hauteur des sommets de l'électrocardiogramme, mais elle reste sans action sur la conduction auriculo-ventriculaire. — M. **D.-M. Bertrand** et Mlle **B. Feigin** ont observé que quelques bactéries de l'appareil génital de la femme possèdent un pouvoir hémolytique; celui-ci est complètement indépendant du pouvoir pathogène. — M. **W. Mestrezat** présente un uréomètre pour le dosage de petites quantités d'urée par l'hypobromite de soude dans le sérum, le liquide-céphalo-rachidien, etc.

Séance du 13 Juin 1914.

M. **Pasteur Vallery-Radot** montre que la rétention chlorurée par échelons, observée par MM. Widal et Weissenbach chez un brightique, n'est que l'exagération d'un type normal; c'est la règle tant que le rein ne présente pas une imperméabilité presque absolue aux chlorures. — MM. **J. Danysz** et **W. Kopaczewski** ont constaté que les divers animaux sont à peu près également sensibles aux injections du principe actif de la scille; la dose mortelle est de 1 milligramme environ par kilogramme. En ingestion, les poules sont beaucoup plus résistantes que les rats. — M. **R. Argaud** a reconnu que les filaments d'Herxheimer ne commencent à apparaître dans l'épiderme humain qu'au cinquième ou sixième mois, c'est-à-dire au moment de l'élaboration de la kératine. Ils sont alors simplement intercellulaires et peu nombreux. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** ont étudié l'appareil uro-génital d'un lion et d'un maki femelle. L'urètre du lion rappelle de tous points celui du chat; l'appareil uro-génital du maki femelle est analogue à celui du cobaye femelle. — MM. **G. Billard, A. Mougeot** et **E. Merle** ont observé sur le cœur de vipère, de couleuvre et de tortue un rythme à 3 temps de la contraction cardiaque, dont le premier temps est constitué par une systole coordonnée, massive et rythmique des veines caves S et I, survenant notablement avant la systole auriculaire. — M. **A. Celestino da Costa** apporte diverses observations sur les glandes surrénales du cobaye qui sont contraires à la théorie du rôle germinatif de la glomérulaire et favorables au rôle adipogénique des mitochondries. — M. **E. Lagrange** communique ses observations sur le « mittelstück » hémolytique. — M. **H. Weissberge** a constaté que, toutes les fois que des encéphales sont immergés dans des solutions isotoniques de NaCl, KCl et $CaCl^2$, quelle que soit la concentration de ces solutions, les encéphales immergés dans KCl sont toujours plus lourds, et ceux immergés dans $CaCl^2$ moins lourds que ceux immergés dans NaCl. — M. **W. Drabowitch** montre que le temps de latence du réflexe plantaire, provoqué par oscillation électrique, oscille autour de 23 centièmes de seconde. C'est un réflexe extrêmement lent, si on le compare aux réflexes tendineux. — M. **H. Piéron** signale l'importance de la détermination du temps de latence pour la localisation, chez l'homme, des diverses catégories de réflexes. — M. **H. Magne** décrit un nouveau procédé facilitant la mesure de la pression sanguine chez les animaux. — MM. **A. Netter** et **Bougault** ont constaté que le pus des pleurésies à pneumocoques renferme de l'acide formique, mais pas d'acide acétique. Cette réaction acide est en relation avec la bénignité des suppurations provoquées par le pneumocoque. — M. **J. Nageotte** apporte quelques nouvelles observations sur la stratigraphie de la peau, le réseau intraprotoplasmique du syncytium limitant du derme et les fibres suturales dans la queue du têtard de grenouille. — MM. **M. Favre** et **G. Dubreuil** signalent la présence de grains de ségrégation dans les « plasmazellen », ce qui démontre la réalité de fonctions sécrétoires véritablement glandulaires de ces cellules. — MM. **A. Grigaut, P. Brodin** et **Rouzaud** montrent que l'hyperglycémie est la règle au cours des infections; le taux paraît d'autant plus élevé que l'infection est plus grave. Cette hyperglycémie cesse brusquement au moment de la défervescence. — MM. **J.-E. Abelous** et **C. Soula** ont reconnu que l'injection d'urohypotensine détermine des modifications notables dans la composition des urines, parallèles à celles qui se produisent dans le métabolisme cérébral. — M. **L.-G. Seurat** décrit un nouvel Oxyure parasite

des Acanthodactyles et des Scinques de Bou-Sââda, qu'il nomme *O. lævicauda*. — MM. **Hallion, Borrien** et **Ch.-O. Guillaumin** présentent un uréomètre approprié à la mesure des faibles dégagements gazeux. — MM. **Edm. Sergent, H. Folley** et **C. Vialatte** ont observé dans le corps des poux infectés de typhus exanthématique des coccobacilles analogues aux microbes signalés dans le sang des malades par divers auteurs; ils sont absents chez les poux non infectés. S'ils ne constituent pas le virus même du typhus exanthématique, ce seraient des microbes témoins accompagnant l'agent infectieux invisible. — MM. **Edm. Sergent** et **L. Nègre** ont reconnu que les pèlerins musulmans revenant de La Mecque peuvent, sans présenter aucun symptôme morbide, être porteurs de germes pathogènes : bacilles dysentériques et vibrions cholériques, et contaminer à leur retour leurs pays d'origine. — MM. **H. Darré** et **J. Dumas** décrivent une nouvelle espèce de paraméningocoque, agglutinable par le sérum antiméningococcique. Ce dernier ne suffit pas pour caractériser le méningocoque et le distinguer des paraméningocoques; seule l'épreuve de la saturation des agglutinines permet de différencier ces diverses espèces microbiennes. — MM. **L. Chelle** et **P. Mauriac** montrent que les polynucléaires paraissent avoir un rôle prépondérant dans la sécrétion du ferment glycolytique du sang et que l'acide lactique formé provient bien de la dégradation des hydrates de carbone sous l'influence de la glycolyse.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE LILLE

Séance du 13 Juin 1914.

M. **Ed. Dehaussy** a reconnu que, dans la tuberculose à marche rapide du lapin, l'excrétion urinaire subit, au début de l'infection, une augmentation souvent considérable; à la période d'état, le taux des divers éléments s'abaisse; à la période ultime, tous les éléments, sauf la chaux, descendent au-dessous de la normale. — M. **P. Desoil** a fait quelques observations sur la larve de *Tipula oleracea*, à la suite de ses ravages dans les prés de l'Avesnois au printemps de 1914. — MM. **M. Descarpentries** et **E. Duvillier** recommandent l'anesthésie par injection intraveineuse de vapeurs d'éther, qui permet la graduation très aisée de l'agent anesthésique et laisse libre la principale voie d'élimination des vapeurs. — M. **R. Fosse** signale la présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans l'*Aspergillus* et les pousses de blé. — M. **G. Gérard** a observé une anomalie vasculaire rare : l'abouchement d'une veine pulmonaire — la supérieure droite — dans la veine cave supérieure; chez la même personne, la cloison interventriculaire était également percée. — MM. **E. Lambling** et **A. Boulois** ont reconnu que le jeûne absolu, prolongé pendant plusieurs jours chez des nourrissons atteints de vomissements répétés, peut surajouter à la maladie traitée un empoisonnement acétonique et peut-être aussi une azoturie toxique qui aggravent la situation.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 30 Avril 1914.

1° Sciences physiques. — M. **B. Moore** : *Présence de composés inorganiques du fer dans les chloroplastes des cellules vertes des plantes, considérée en relation avec la photo-synthèse naturelle et l'origine de la vie.* L'auteur a constaté les faits suivants : 1° les sels de fer inorganiques et les hydrates de Fe ou Al en solution colloïdale possèdent le pouvoir de transformer l'énergie solaire en énergie chimique de composés organiques; 2° du fer inorganique, sous forme cristalloïde ou colloïde, est présent dans la partie incolore des chloroplastes des cellules de plusieurs plantes vertes; 3° en l'absence de fer, la matière colorante verte ne peut se développer dans la feuille, quoiqu'elle ne contienne pas de fer; 4° en présence du soleil, la substance ferrifère du chloroplaste développe la matière colorante, qui est donc un produit de photosynthèse induite par le composé ferrifère; 5° ces faits donnent une explication de la chlorose et de sa guérison par les sels de fer, et démontrent que la présence du fer est essentielle pour la photo-synthèse et la production de la chlorophylle.

2° Sciences naturelles. — M. **J. A. Gunn** : *Action de certaines drogues sur l'utérus humain isolé.* L'auteur est parvenu à enregistrer les mouvements de l'utérus humain isolé non gravide et du tube de Fallope. L'adrénine a une action motrice puissante sur ces deux organes; c'est l'effet qualitatif de l'innervation sympathique de l'utérus humain, au moins non gravide. La pituitrine stimule également l'utérus humain à la contraction, mais cet effet n'a pu être obtenu sur le tube de Fallope. — M. **D. J. Lloyd** : *Influence de la pression osmotique sur la régénération du Gunda ulvæ.* Le *Gunda ulvæ* est capable de vivre indéfiniment dans de l'eau ayant une pression osmotique supérieure à 2 et inférieure à 33 atmosphères. La vitesse de régénération de l'extrémité postérieure du *G. ulvæ* dépend de la pression osmotique du milieu. La valeur optimum de cette dernière pour la régénération est de 18 atmosphères, c'est-à-dire juste inférieure à celle de l'eau de mer, et les valeurs limites sont de 5 et 33,5 atmosphères. La restauration des parties perdues de *G. ulvæ* est due presque entièrement aux cellules parenchymateuses non différenciées qui émigrent dans la région lésée et reconstruisent les parties perdues. — M. **R. P. Gregory** : *La génétique des plantes tétraploïdes chez le* Primula sinensis. L'auteur a étudié deux races géantes de *Primula sinensis* qui sont à l'état tétraploïde, c'est-à-dire que les plantes possèdent $4x$ (48) chromosomes dans les cellules somatiques et $2x$ (24) dans les cellules gamétiques, tandis que, dans les races ordinaires (diploïdes), ces nombres sont respectivement $2x$ (24) et x (12). La duplication des chromosomes y est accompagnée d'une duplication des séries de facteurs : tandis que, dans le zygote diploïde, chaque facteur est représenté 2 fois AA, dans le zygote tétraploïde il est représenté 4 fois AAAA, et il existe trois types distincts d'hybrides AAAa, AAaa et Aaaa. La duplication se manifeste par l'apparition de rapports de F^2 de la forme 15 D : 1 R, tandis que, dans les races diploïdes, le rapport est 3 D : 1 R. — M. **J. C. Willis** étudie les conditions de vie, la structure morphologique, la distribution géographique, le manque d'adaptation et l'évolution des Tristichacées et des Podostémacées. Il arrive à la conclusion qu'elles ont évolué par le moyen de mutations, et sans action de la sélection naturelle dans le sens ordinaire du terme. — Sir **D. Bruce**, MM. **A.E. Hamerton** et **D. P. Watson** et Lady **Bruce** : *Description d'une race de Trypanosoma brucei du Zululand.* I. *Morphologie.* Le trypanosome décrit sous le nom de race du Zululand 1913 est identique à celui qui a été découvert par Bruce au Zululand en 1894 et qui a été nommé *Tr. brucei* par Plimmer et Bradford en 1899. Au point de vue morphologique, c'est le même que celui qui cause la trypanosomiase humaine au Nyasaland, le *Tr. rhodesiense* Stephens et Fantham. II. *Susceptibilité des animaux.* L'action pathogène du *Tr. brucei* race du Zululand 1913 sur divers animaux, en ce qui concerne les symptômes pendant la vie, les apparences *post mortem* et la vitesse de mortalité, est identique à celle du trypanosome de l'homme au Nyasaland, d'où une nouvelle preuve de leur identité. III. *Développement dans la Glossina morsitans.* Le *Tr. brucei* Zululand 1913 appartient au même groupe que le *Tr. gambiense* en ce qui regarde le cycle de développement dans la mouche tsétsé. On a montré que le trypanosome de la maladie de l'homme appartient aussi au même groupe. L'identité des cycles de développement est si grande qu'elle constitue une troisième preuve de l'identité des deux organismes.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Avril 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Kapteyn** : *Sur les fonctions d'Hermite* (2e partie). — M. **Jan de Vries** : *Une involution cubique de la deuxième classe.* Les involutions cubiques de la deuxième classe possèdent la propriété de déterminer une relation ponctuelle birationnelle involutoire. L'auteur examine une involution déterminée et la relation involutoire correspondante. — M. **Jan de Vries** : *L'involution quadruple des points cotangentiels d'un faisceau cubique.* — MM. W. de Sitter et E.-F. van de Sande Bakhuyzen présentent un travail de M. **J. Woltjer Jr.** : *Sur l'hypothèse de Seeliger relative aux écarts dans les mouvements des planètes intérieures.* Exposé de calculs faits en vue de vérifier la théorie de Seeliger, en examinant l'influence des masses admises dans cette théorie sur le mouvement de la Lune et la perturbation de l'inclinaison de l'écliptique. Ces calculs ont conduit à ce résultat que cette dernière perturbation fait changer de signe le résidu donné par Newcomb et l'augmente un peu en valeur absolue, mais que l'influence sur le mouvement lunaire est insensible. — M. **W. de Sitter** : *Remarques sur les calculs de M. Woltjer relatifs à l'hypothèse de Seeliger.* — MM. J.-C. Kapteyn et W. Kapteyn présentent un travail de M. **J. van Uven** : *La théorie de Bravais (sur les erreurs dans l'espace) pour l'espace à plusieurs dimensions avec applications à la corrélation* (suite).

2° Sciences physiques. — MM. H.-A. Lorentz et F. A. H. Schreinemakers présentent un travail de M. **J.-J. van Laar** : *Une nouvelle relation entre les grandeurs critiques, et l'unité de toutes les substances au point de vue de leurs propriétés thermiques* (fin). Conclusions : 1° La grandeur a de van der Waals paraît-être indépendante de la densité entre des limites très larges; 2° On ne sait pas encore avec certitude si a dépend de la température; 3° La grandeur b dépend de v et T suivant des formules données; 4° Il ne semble pas que l'on doive attribuer la variation de b à une « association apparente »; 5° Dans l'état gazeux parfait, on n'aurait pas $b_{\lim} = 4b_0$, ainsi que le suppose M. van der Waals; 6° Dans le terme $v - b$, b se rapporte au volume *vrai m* des molécules, et n'est pas $= 4m$, comme la théorie cinétique le faisait supposer; 7° La façon dont une substance se comporte au point de vue thermique ne dépend pas seulement des grandeurs a et b, mais encore de la hauteur absolue de la température à laquelle on examine la substance. — MM. J.-D. van der Waals et H.-A. Lorentz présentent un travail de M. **H. Hulshof** : *Sur le potentiel thermodynamique comme grandeur cinétique* (1re partie). — M. **W.-H. Julius** : *Vérification de la théorie dispersive des phénomènes solaires par les mesures de Adams et St. John relatives aux déplacements des raies de Fraunhofer dans le spectre du bord solaire et dans celui des taches.* Après avoir examiné les idées généralement admises relativement à la cause du déplacement de toutes les raies de Fraunhofer vers le rouge et du phénomène d'Evershed dans le spectre des taches, et montré combien peu elles sont acceptables, l'auteur examine les mêmes phénomènes au point de vue de la théorie de la dispersion anormale et les explique. L'auteur montre encore que la théorie de la gravitation d'Einstein n'explique pas les phénomènes. — MM. J.-D. van der Waals et P. Zeeman présentent un travail de MM. **Ph. Kohnstamm** et **K.-W. Walstra** : *Déterminations d'isothermes de l'hydrogène à 20° et à 15°,5C.* Mesures faites avec les appareils décrits antérieurement. — MM. H.-A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de M. **G.-J. Elias** : *Sur la structure des raies d'absorption D_1 et D_2.* Recherches faites en vue de constater directement un phénomène que Mlle G. van Ubisch a cru pouvoir déduire de ses expériences, savoir un déplacement vers le rouge, par élévation de température, du maximum d'absorption de la vapeur de sodium. Ces recherches ont appris que, lorsqu'on fait passer par un tube contenant de la vapeur saturante de sodium la lumière émise par une flamme sodée, placée dans un champ magnétique, la distance des composantes de chacune des deux raies augmente à mesure que la température de la vapeur, donc aussi sa densité, s'élèvent. L'auteur est d'avis que ses résultats sont en contradiction avec les conclusions de Mlle van Ubisch. Quant à l'explication des phénomènes observés par l'auteur, elle doit probablement être cherchée dans une décomposition des raies d'absorption par les champs électriques produits par les ions de la vapeur. — MM. H. Kamerlingh Onnes et H.-A. Lorentz présentent un travail de M. **W.-H. Keesom** : *Sur la façon dont la susceptibilité des substances paramagnétiques dépend de la densité.* Dans une note antérieure (octobre 1913), l'auteur a donné une formule exprimant comment l'énergie de rotation dans un système de molécules, animées de rotations libres, varie avec la température. Cette formule, introduite dans les théories magnétiques de Langevin et Weiss, a fourni des résultats concordant avec l'expérience. L'auteur examine maintenant si cette formule permet de représenter les résultats des mesures de Kamerlingh Onnes et Perrier sur la susceptibilité de mélanges gazeux d'oxygène et d'azote; le résultat est positif, de même que pour un examen relatif à la susceptibilité de l'oxygène liquide. — M. **H. Kamerlingh Onnes** : *Nouvelles recherches sur l'hélium liquide.* J. *L'imitation d'un courant moléculaire d'Ampère ou d'un aimant permanent à l'aide de supraconducteurs.* Lorsqu'un courant a été excité dans un supraconducteur fermé, il faut, vu la minime résistance, que ce courant subsiste pendant un temps considérable. L'expérience faite avec une petite bobine de plomb plongée dans l'hélium liquide a prouvé qu'il en est réellement ainsi : un courant de 0,5 à 0,6 ampère, excité dans cette bobine par induction, a conservé sensiblement la même intensité pendant une heure. Pour exciter ce courant, la bobine fut placée dans un champ de 500 gauss, puis rendue supraconductrice; dans cet état le champ fut supprimé. — M. **F.-A. H. Schreinemakers** : *Equilibres dans les systèmes ternaires.* XV. Examen du cas où la vapeur ne contient qu'un ou deux des constituants. — MM. **Ernst Cohen** et **W.-D. Helderman** : *L'allotropie du cadmium.* II. Expériences montrant que le point de transformation du cadmium dépend des manipulations antérieurement subies par la substance; elles prouvent l'existence de plusieurs modifications. — MM. **Ernst Cohen** et **W.-D. Helderman** : *L'allotropie du cuivre* : II. Même conclusion que ci-devant. — MM. **Ernst Cohen** et **W.-D. Helderman** : *L'allotropie du zinc* : II. Expériences faites sur du zinc pulvérisé par le procédé Schoop; elles prouvent encore que dans cet état le zinc n'est pas une substance pure. — MM. A.-F. Holleman et F.-A.-H. Schreinemakers présentent un travail de MM. **L.-K. Wolff** et **E.-H. Büchner** : *Sur la façon dont les gelées se comportent vis-à-vis des liquides et de leurs vapeurs.* II. Les auteurs avaient cru pouvoir conclure de leurs premières expériences que de la gélatine qui s'est imbibée dans l'eau abandonne de l'eau dans une atmosphère saturée de vapeur; de nouvelles recherches leur ont appris que cette conclusion était inexacte. En réalité l'état d'équilibre final est le même, que la gélatine soit en contact avec de l'eau liquide ou avec de la vapeur saturante; mais, dans ce dernier cas, l'équilibre ne s'établit que très lentement.

(*A suivre.*) J.-E. V.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 14 30 JUILLET 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Philippe Van Tieghem (1839-1914). — Il n'est pas aisé de définir en peu de mots un esprit aussi vaste et aussi compréhensif que celui du célèbre botaniste français qui vient de mourir. On peut dire de lui que les problèmes les plus divers l'ont intéressé à un même degré et qu'il a jeté par sa méthode et sa précision, sur tous les sujets qu'il a successivement abordés, une clarté qui, pour avoir été parfois artificielle, les a fait paraître sous un jour tout nouveau. Quoiqu'il ait, au début du moins, beaucoup emprunté aux Allemands, en traduisant par exemple l'excellent *Traité de Botanique* du professeur de Würzbourg, il a même alors conservé, et développé depuis lors, à un degré peut-être méconnu avant lui dans la Botanique, la clarté française, ce talent d'exposer en dehors de toute équivoque, une pensée mûrement réfléchie, dépouillée de tout accessoire, et dont l'énoncé a le plus souvent la précision et la belle ordonnance d'une démonstration de physique ou de chimie.

Dès le début de sa carrière scientifique, il attire l'attention du monde savant par ses très intéressantes recherches sur les fermentations des polysaccharides (étude de l'*Amylobacter*) et du tanin. Si dans le premier cas il n'a fait qu'esquisser la solution, dans le second il a expliqué la production d'acide gallique par les mycètes et, sans avoir découvert la tannase, il l'a prévue et décrite par ses effets. Elève de Pasteur, il ne pouvait se désintéresser de la fermentation alcoolique, là vie sans air. Il démontre la formation d'alcool par asphyxie dans la maladie du Pommier (1879). Il étend ses recherches aux ferments organisés eux-mêmes, en étudiant les Mucorinées dans un beau Mémoire qui a été le point de départ des recherches ultérieures. En physiologie générale, avec Bonnier, il définit la vie latente et la vie ralentie (1880); il poursuit des recherches sur la germination (1873) et, à cette occasion, montre de curieux faits de régénération à partir de fragments d'embryons. Après une étude sur la végétation libre du pollen et de l'ovule, il décrit l'intervention de la chlorophylle dans le phénomène de la transpiration; c'est ce qu'il a nommé la chlorovaporisation. Préparé par sa traduction du livre de Sachs sur la botanique, il publie en 1880 son magistral *Traité de Botanique*, qui a eu deux éditions et qui, pendant longtemps, fut le livre de chevet de tous les étudiants de langue française. C'est là qu'il a résumé un imposant ensemble de recherches sur l'anatomie de la racine et de la tige. C'est là aussi qu'il s'est plus particulièrement révélé habile anatomiste, scrupuleux descripteur, et vraiment novateur. Pendant que le Suisse Schwendener développait de l'autre côté du Rhin une anatomie physiologique, lui, créait en France une lumineuse conception des régions anatomiques et développait des idées de Hanstein; il montrait avec beaucoup de bonheur les homologies des tissus correspondants dans les divers membres du végétal, tant à leur origine que dans leurs états définitifs. C'est ainsi que dans de beaux mémoires sur l'origine des membres endogènes avec Douliot), sur la limite du cylindre central et de l'écorce, il fonde une anatomie topographique des végétaux, indépendante de toute idée préconçue; en un mot, il systématise pour la première fois cette branche de la Botanique.

Les termes de cylindre central, de péricycle, de stèle et tant d'autres heureusement choisis et bien adéquats ont rapidement acquis droit de cité en France et à l'Etranger. Il n'ignore pas, sans doute, la notion de fonction, mais avec beaucoup de raison il place en premièreligne les homologues d'origine et de situation, base des vraies comparaisons scientifiques. Toute cette partie de son œuvre est destinée à lui survivre; on y fera des modifications, mais l'essentiel est à jamais acquis.

Ses études anatomiques l'ont amené à s'occuper également de la fleur, de la course des faisceaux dans le torus et les organes de la reproduction; il aborde aussi la question si discutée de la valeur morphologique des ovules terminaux et de la symétrie de l'ovule.

A propos de la morphologie de l'embryon et de la plantule des Graminées (1896), comme aussi de l'ovule des Loranthinées, il propose des modifications importantes à la classification des Phanérogames. C'est

ainsi qu'il détache les Graminées des Monocotylédonées pour en faire, avec les Nymphéacées, le type des Liorhizes dicotylées. Il se sert du caractère de la présence ou de l'absence d'un ovule proprement dit, de téguments simples ou doubles (inovulés, ovulés, unitegminés, bitegminés, etc.), pour subdiviser et grouper d'une manière nouvelle les nombreuses familles végétales dicotylédonées. Sa nouvelle classification (1897), développée dans les éditions successives de ses Éléments de Botanique (1886-1893), a les avantages de tout système artificiel, celui de Linné par exemple; mais très rigide, trop logique, elle n'utilise qu'un petit nombre de caractères qui, lumineusement opposés, facilitent la détermination. Toutefois, les principes de subordination des caractères et de corrélation y sont souvent méconnus : c'est comme si Van Tieghem eut renoncé à toute classification naturelle, et pourtant, dans ses différents traités, il admet la théorie darwinienne classique qui présuppose une filiation et par conséquent une classification naturelle. Il y a cependant, dans les nombreux Mémoires à propos desquels Van Tieghem établit son nouveau système, une telle foule d'observations précieuses, qu'il faudra de longues années avant que les recherches de ce savant infatigable soient définitivement classées et estimées à leur juste valeur.

Ses grands ouvrages ont été : Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur (1871); Recherches sur la symétrie des structures des plantes vasculaires (1871); Traduction annotée du traité de Botanique de J. Sachs (1873); Traité de Botanique (1re et 2e édition, 1880-1884); Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes (1888); Elément de Botanique (éditions de 1886 à 1893); L'œuf des plantes (1901).

Van Tieghem fut un maître dans le sens classique de ce terme. Sa grande valeur comme anatomiste est indiscutée, et son influence sur le développement de la Botanique de son temps a été profonde et sans nul doute durable.

R. Chodat,
Professeur de Botanique à l'Université de Genève.

§ 2. — Météorologie

Le régime des pluies en Indochine en 1913. — L'Indochine possédait l'année dernière 81 stations pluviométriques donnant des résultats utilisables. L'actif directeur de l'Observatoire central de l'Indochine, M. G. Le Cadet, vient de faire le dépouillement des observations de ces stations pour 1913 et il en tire un certain nombre de conclusions intéressantes pour la météorologie de cette région du continent asiatique [1].

La carte établie au moyen des résultats de ces 81 stations, a manifesté le caractère habituel de la répartition des précipitations à la surface de la Péninsule indochinoise ; mais une aire extraordinairement élevée et étendue est apparue sur le sud de la Chine et le nord de la Péninsule, avec un maximum absolu sur le bassin de la Rivière claire et de ses affluents. Dans cette aire, comme sur tout le Tonkin, la période particulièrement pluvieuse s'étend normalement de mai à septembre avec total mensuel maximum en août; mais, durant cette période, la répartition présente, du 27 juillet au 20 août, une fréquence maximum et une recrudescence de pluies copieuses, dont, sans doute, le ruissellement superficiel rapide sur des sols déjà imprégnés a déterminé une crue exceptionnelle par son intensité et surtout par sa durée, et provoqué des inondations désastreuses dans le bassin du Fleuve Rouge.

Comme cause de ces fréquentes et abondantes précipitations, M. Le Cadet signale tout d'abord l'extension prématurée des basses pressions de l'Inde vers le sud-ouest de la Chine et le nombre relativement grand de dépressions secondaires qui, d'avril à juillet, ont traversé vers l'est le sud du continent, en s'étendant plus ou moins sur le nord-ouest de la Péninsule ; mais il faut noter ensuite et surtout les perturbations cycloniques suivantes :

1° Un typhon venant de l'est, du nord de Luçon, qui a traversé le nord du Tonkin le 27 juillet pour aller se combler sur le Yunnan;

2° Un dépression cyclonique qui a sévi successivement, du 30 juillet au 3 août, sur les côtes sud de Chine, le golfe et le nord du Tonkin et qui a été suivie de tourbillons secondaires entretenant des vents anormaux sur le golfe et des pluies sur le Tonkin jusqu'au 15 août;

3° Un typhon parti le 11 août du Pacifique, dans la direction WNW, et qui, après avoir déchaîné la tempête à Hong Kong le 17, sur le golfe le 18, a traversé rapidement le nord du Tonkin pour aboutir le 19 sur la partie SW du Yunnan, en provoquant des pluies considérables sur son passage.

Relativement à l'influence de l'état général de l'atmosphère sur la répartition des pluies, il est intéressant de remarquer que, pendant cette période de typhons, de fin juillet à fin août, la vallée du Yangtsé-Kiang, jusque-là parcourue par de fréquentes dépressions continentales, en a été totalement indemne, de telle sorte que cette période de maximum des pluies sur le Tonkin a correspondu à une période de sécheresse extraordinaire dans plusieurs provinces de la Chine : à Shanghaï et dans les environs notamment, la période de sécheresse du 22 juillet au 22 août est l'une des plus longues que ces plaines aient traversées, durant la saison chaude, depuis que l'Observatoire de Zi-ka-Wei existe.

§ 3. — Physique.

L'influence de certaines radiations et du champ alternatif sur la vitesse du son dans les gaz. — On sait que Boltzmann d'une part, Maxwell de l'autre [1], ont essayé de déduire le rapport des chaleurs spécifiques des gaz des hypothèses relatives à la composition des molécules, et que l'un et l'autre se sont rapprochés de très près des conditions réelles. Tandis que Boltzmann admet, chez les molécules, des gaz polyatomiques, une liaison parfaitement rigide entre les divers atomes, doués d'une élasticité parfaite, Maxwell attribue aux atomes une mobilité parfaite à l'intérieur de la molécule. Or, comme aucun gaz ne peut comporter exclusivement des molécules parfaitement rigides ni des molécules librement mobiles, les valeurs correspondant aux rapports des chaleurs spécifiques doivent être intermédiaires entre celles calculées d'après ces deux hypothèses, c'est-à-dire, pour les gaz diatomiques, entre 1,33 et 1,40, tandis que les valeurs supérieures à 1,40 seraient absolument impossibles. La plupart des gaz se conforment parfaitement à ces prévisions théoriques, et ce n'est que l'oxygène qui présente des valeurs anormalement élevées.

Ce désaccord ayant été attribué, par M. F Richarz, à l'ionisation éventuelle de l'oxygène, M. Küpper a voulu étudier systématiquement l'influence de divers ionisateurs sur la vitesse du son dans les gaz diatomiques et sur le rapport des chaleurs spécifiques.

En soumettant l'air atmosphérique, l'oxygène ou l'azote à l'action de rayons X, l'auteur voit la vitesse du son s'accroître beaucoup, en même temps que le rapport des chaleurs spécifiques dans ces gaz monte de 10 %. Les rayons ultra-violets d'une lampe en quartz à vapeur de mercure donnent lieu, dans l'oxygène et les mélanges renfermant de l'oxygène, à la formation

[1] *Bulletin pluviométrique de l'Observatoire central de l'Indochine* (année 1913), Phu-Lien, 1914.

[1] *Annalen der Physik*, 4e série, t. XLIII, p. 905, 1914.

d'ozone et, par conséquent, à une réduction de la vitesse du son et à un abaissement de λ, tandis que les vitesses du son dans l'azote et l'hydrogène se trouvent augmentées, bien qu'à un degré moindre que dans le cas des rayons X. Les rayons du radium n'exercent pas d'influence appréciable, et les variations produites par un champ électrique alternatif restent également dans les limites des erreurs expérimentales.

§ 4. — Électrotechnique

Un nouvel oscillographe. — L'emploi de l'oscillographe s'est considérablement étendu, depuis quelques années, dans tous les domaines de l'Electrotechnique et il y a conduit à des conquêtes scientifiques d'une importance capitale.

Les oscillographes employés jusqu'ici sont presque exclusivement des instruments électromagnétiques ; ces appareils ne sont pas irréprochables, notamment lorsqu'il s'agit d'expériences à haute tension. Pour enregistrer des oscillations de ce genre, on emploie un oscillographe électromagnétique ordinaire, que l'on met en série avec une résistance non-inductive. Cette méthode présente des inconvénients : *a*) la résistance non inductive qui est nécessaire pour ce système est chère et encombrante ; *b*) la perte d'énergie y est considérable ; *c*), sa capacité électrostatique nuit à l'exactitude des indications en produisant un décalage de phase entre le courant et la tension appliquée ; MM. H.-L. Curtiss et F.-W. Grower ont montré que, pour une résistance prétendûment non inductive de 10.000 ohms, l'inductance effective s'élevait à 100.000 micro-henrys, ce qui est loin d'être négligeable. Avec l'oscillateur électromagnétique, on ne pourrait se mettre à l'abri de ces défauts, qu'en adoptant des procédés de bobinage qui entraîneraient une nouvelle augmentation du prix de l'outillage.

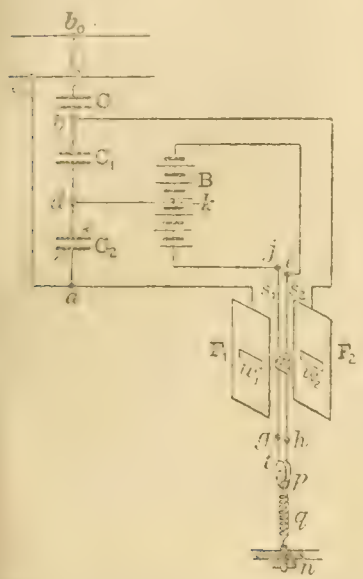


Fig. 1. — *Schéma de l'oscillographe électrostatique de MM. Ho et Koto.* — C, condensateur à huile ; s_1, s_2, fils de bronze ; F_1, F_2, plaques de champ ; *m*, miroir ; *t*, fil de soie ; *p*, poulie ; w_1, ouvertures pour le passage du faisceau lumineux ; w_2, ouverture symétrique ; B, batterie.

Deux professeurs japonais, MM. Ho et Koto, du Laboratoire du Collège technique de l'Université impériale de Tokio, ont imaginé, pour tourner la difficulté, de recourir à un appareil électrostatique.

Les premiers essais tentés en vue de la réalisation d'un oscillographe de cette espèce ne remontent qu'à quelques années et sont dus à MM. Einthoven et Johnes ; ceux-ci utilisèrent toutefois dans leurs recherches un instrument qui vibrait à une fréquence double de la fréquence de la tension appliquée et qui n'avait donc pas véritablement de valeur comme dispositif oscillographique. En 1910, M. Irwin présenta à l'Institution des Ingénieurs électriciens d'Angleterre des oscillogrammes obtenus, disait-il, au moyen d'un instrument électrostatique ; mais il n'a pas donné jusqu'ici la description de l'instrument dont il s'agissait.

Dans l'oscillographe électrostatique de MM. Ho et Koto, la réduction de tension nécessaire est obtenue au moyen de condensateurs ; les accessoires sont peu coûteux et peu encombrants et l'énergie qu'ils absorbent est pratiquement nulle. La capacité électrostatique de l'instrument même est extrêmement faible ; mais les condensateurs à huile que l'on doit y adjoindre en multiple pour le réglage de la tension absorbent un certain courant de charge ; toutefois, ce courant est incomparablement moindre que celui que consomme un oscillographe ordinaire.

L'appareil se compose principalement (fig. 1) d'un condensateur à huile C, employé, si cela est nécessaire, pour réduire la tension à mesurer entre les points *a* et *b*, de façon qu'elle ne dépasse pas les limites dont l'instrument peut s'accommoder. L'instrument proprement dit est formé de deux fils de bronze s_1 et s_2, tendus entre des plaques métalliques F_1, F_2, appelées plaques de champ ; ces fils sont parallèles entre eux et parallèles aux plaques ; ils portent un petit miroir *m*. Contrairement à la disposition usuelle, les deux fils métalliques sont isolés électriquement l'un de l'autre par un fil de soie *t*, qui les relie mécaniquement et qui passe sur une petite poulie *p* : ils forment de la sorte deux conducteurs indépendants dans le champ du condensateur à plaques F_1 F_2. La plaque F_1 est munie d'une ouverture w_1, servant au passage du faisceau lumineux ; une ouverture w_2 exactement semblable est pratiquée dans l'autre plaque pour maintenir la symétrie du champ. Les plaques et les fils, montés sur une carcasse en ébonite, constituent le vibrateur qui est immergé dans un bain d'huile.

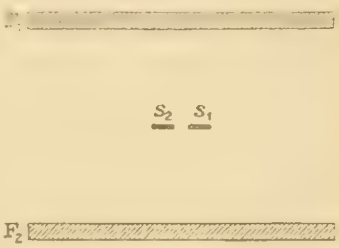


Fig. 2. — F_1, F_2, plaques de champ ; s_1, s_2, lames de bronze.

Deux condensateurs C_1, C_2, sont dérivés, en multiple avec les plaques, entre les points *a* et *b* ; l'un de ces condensateurs doit être réglable. Une batterie B d'éléments de pile humide ou sèche, montée sur une étagère appropriée, sert à fournir le courant de polarisation requis ; le point milieu *k* de cette batterie est relié au point *d*, entre C_1 et C_2 : ses pôles sont connectés aux lames s_1 et s_2.

Les plaques de champ mesurent 9 millimètres ; elles sont placées à 5 millimètres l'une de l'autre ; le vibrateur a ainsi des dimensions identiques à l'organe correspondant de l'oscillographe Duddell, de sorte que les deux types peuvent être placés côte à côte dans le même bain ; à cette fin, l'une des plaques de champ F est en fer doux et elle fait partie du circuit magnétique.

Pour comprendre le fonctionnement du système, considérons la figure 2 ; soient s_1, s_2 les deux lames et F_1, F_2 les deux plaques magnétiques ; supposons que des charges égales et opposées $+q$ et $-q$ soient communiquées aux lames s_1 et s_2 ; celles-ci prendront des potentiels v_{s_1}, v_{s_2}, tels que

$$v_{s_1} = kq; \quad v_{s_2} = -kq.$$

Les plaques restent à un potentiel nul ; supposons maintenant qu'une différence de potentiel $v'_{f_1} - v'_{f_2}$ soit appliquée entre elles ; les tubes de Faraday produits ainsi seront modifiés appréciablement par les lames ; celles-ci se trouveront portées à un potentiel

$$v'_{s_1} = \frac{1}{2}(v'_{f_1} + v'_{f_2})$$

Cela étant, si les plaques sont reliées, comme nous l'avons indiqué, aux canalisations *a* et *b*, entre lesquelles

se produit la différence de potentiel à mesurer $V_a - V_b$, et si les lames sont reliées elles-mêmes au pôle positif et au pôle négatif de la source locale, B, dont la force électromotrice totale est E_b, nous aurons:

$$v_{f_1} - v_{f_2} = V_a - V_b,$$

$$v_{e_1} = \frac{1}{2}(V_a - V_b) + \frac{1}{2} E_b,$$

$$v_{e_2} = \frac{1}{2}(V_a - V_b) - \frac{1}{2} E_b.$$

Le seul moment qui puisse se faire sentir résulte de l'action des charges induites sur les charges appliquées ; il est proportionnel au produit des valeurs momentanées de E_b et $V_a - V_b$, de sorte que, si B est constante, la déviation du miroir suit les variations de $V_a - V_b$ à condition que le système soit périodique.

En pratique, il est difficile de faire en sorte que les lames soient exactement à mi-distance entre les plaques; il ne suffit plus, en conséquence, que les deux condensateurs soient de capacité équivalente ; il est nécessaire de procéder à un réglage. Ce réglage s'opère de la façon suivante; on relie simultanément les deux lames au point milieu de la batterie, puis on les soumet à l'action du champ électrique produit par une force électromotrice alternative, appliquée en *a* et *b*. La dissymétrie entre les lames, vis-à-vis des plaques, et le léger déséquilibre qui peut exister entre leurs tensions font qu'elles entrent en vibration; on modifie le condensateur réglable jusqu'à ce que ces vibrations disparaissent.

Dans les conditions normales, si le réglage n'est pas bon, les ondes positives et négatives sont dissemblables; si le point milieu de la batterie n'est pas pris avec exactitude, la courbe est déplacée par rapport à la ligne du zéro.

Il est bon de relier le bain au point *d*; si l'on place deux vibrateurs dans le même bain, on les enveloppe de papier d'étain et on les isole au mica; il vaut mieux avoir un bain pour chaque vibrateur.

L'huile du bain sert d'amortisseur et d'isolant; c'est à sa haute capacité inductive spécifique que l'instrument doit sa sensibilité; il lui doit même son existence, car à défaut du déphasage qu'il produit entre l'intensité du courant et le déplacement, l'oscillographe n'aurait pas été réalisable; il convient d'employer une huile convenable ; de la paraffine filtrée donne de bons résultats; l'huile de ricin ne convient pas : elle devient acide et conductrice aux hautes tensions.

Lorsque la tension est faible et que l'énergie disponible n'est pas grande, on peut relier les lames au circuit à observer et relier les plaques aux bornes d'une batterie à haute tension, ou d'une machine d'influence.

Dans un instrument à plaques de 15 millimètres sur 9 millimètres, placées à 5 millimètres l'une de l'autre, un vibrateur réglé pour une période naturelle de 1/3300 de seconde donne une onde de 2 centimètres d'amplitude à 70 centimètres de distance pour une tension ($V_a - V_b$) de 2.000 volts, la f.é.m. de la batterie étant de 300 volts.

On peut modifier la sensibilité en agissant sur la tension de polarisation; la tension à observer peut être quelconque; si elle est trop élevée pour être appliquée directement à l'oscillographe, on la réduit au moyen du petit condensateur série C dont il a été question plus haut.

Le vibrateur électrostatique peut être employé en parallèle avec un instrument électromagnétique; il ne convient pas seulement pour l'observation des tensions plus ou moins élevées; il est également approprié à l'observation de courants de très faible intensité, jusqu'à 1/1.000 d'ampère; lorsqu'on emploie un oscillographe électromagnétique, on doit recourir pour ces courants à l'intervention d'un transformateur d'intensité; dans le cas de l'oscillographe électrostatique, on opère avec des résistances. **H. Marchand.**

§ 5. — Chimie industrielle

Le palmier nipa comme source commerciale de sucre. — Le palmier nipa, *Nipa fructicans* Wurmb., couvre de grandes étendues dans diverses contrées tropicales, en particulier aux Philippines, où sa sève sucrée est utilisée à la fabrication d'une boisson alcoolique [1]. Plusieurs savants américains attachés au Bureau des Sciences de Manille, MM. D. S. Pratt, L. W. Thurlow, R. R. Williams et H. D. Gibbs [2], ont entrepris une étude très approfondie pour savoir si ce palmier ne pourrait pas servir de source commerciale de sucre raffiné, et leurs expériences, effectuées dans une petite usine d'essai, les ont conduits à des conclusions tout à fait favorables.

Le palmier nipa produit environ 40 litres de sève par arbre durant une saison moyenne. On peut cultiver au bas mot 750 palmiers producteurs par hectare, donnant 30.000 litres de jus. La région des provinces de Bulacan et Pampanga seule contient environ 18.000 hectares de palmiers, et plusieurs autres régions étendues des Philippines se prêteraient également bien à la culture de l'arbre.

La saison moyenne pendant laquelle la sève est produite en quantités suffisantes pour alimenter une sucrerie s'étend sur 6 mois environ. La collecte journalière atteint un maximum au second mois, et diminue graduellement après le 3e ou le 4e mois.

La sève du nipa, telle qu'elle s'écoule du palmier pendant la saison, contient environ 15 °/₀ de sucrose, et possède une pureté apparente d'au moins 85. Le sucre inverti n'est présent qu'à l'état de traces. La sève contient des enzymes actives des types invertase et peroxydase; la dernière n'apparait que durant la période finale de sécrétion. Cette peroxydase peut oxyder le sucrose et le sucre inverti en solution neutre ou alcaline.

La sève du nipa peut être recueillie sans détérioration appréciable dans les tubes de bambou, appelés *tuquils* par les indigènes, et contenant du lait de chaux et un sulfite. Ce dernier est ajouté à la chaux à l'usine en faisant passer la quantité nécessaire de SO^2 dans un lait de chaux de consistance voulue. La présence de sulfite dans la chaux détruit les enzymes présentes et prévient la détérioration du suc.

La sève du nipa peut être recueillie et envoyée à une sucrerie sur une échelle commerciale, avec une perte de sucrose et une diminution de pureté négligeables, au prix approximatif de 7 fr. 50 les 1000 litres.

De 1000 litres de sève de composition moyenne, on peut retirer en moyenne 115 kilogs de sucre blanc commercial, avec un chiffre de polarisation de 99° à 99°,5. Les méthodes actuellement en usage dans l'industrie sucrière peuvent être employées presque sans modification. La dépense correspondant au broyage de la canne à sucre ou à l'extraction des betteraves n'entre pas ici dans les frais de fabrication. Aussi la préparation du sucre de nipa est-elle moins coûteuse que celle du sucre de canne ou de betterave.

Il faut compter environ 450 hectares de plantation de nipa en pleine production pour alimenter une sucrerie produisant 10 tonnes par jour et nécessitant donc quotidiennement 90.000 litres de sève. Plusieurs distilleries, qui fabriquent l'alcool de nipa, reçoivent actuellement un plus grand volume de sève.

Toutes les conditions semblent donc réunies pour la création d'une industrie florissante, malgré les critiques défavorables émises autrefois par H. C. Prinsen Geerligs.

[1] Voir la *Revue* du 30 juin 1912, p. 461.

[2] *Philippine Journal of Science*, t. VIII, sect. A, n° 6, p. 377-398.

LA PRODUCTION DES CHAMPS MAGNÉTIQUES
ET LE PROJET DU GROS ÉLECTRO-AIMANT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
DEUXIÈME PARTIE [1]

IV. — Electro-aimant de MM. Deslandres et Pérot [2].

Cet électro-aimant a une disposition originale : les noyaux cylindriques sont supprimés et les cônes polaires se raccordent directement à une cuirasse

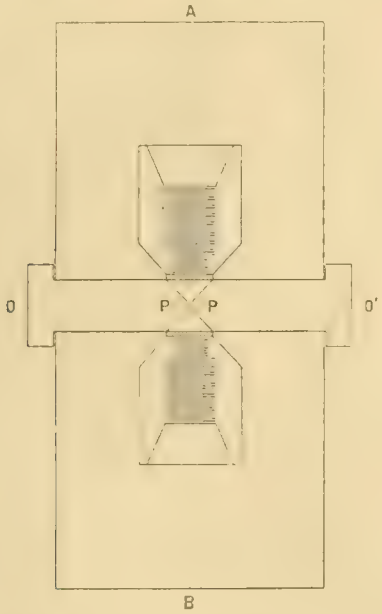


Fig. 18. — *Schéma de l'appareil d'essai de MM. Deslandres et Pérot.*

de résistance magnétique négligeable. De plus, tout l'enroulement se trouve autour des pôles. Cette disposition est visible sur la figure 18, qui est une coupe du petit appareil essayé à l'Observatoire de Meudon. Il est entièrement de révolution autour de l'axe OO'. Deux tiges cylindriques amovibles, OP, PO', portent les extrémités terminales en ferrocobalt des pièces polaires. Autour de l'entrefer se trouve la bobine magnétisante placée dans une cavité centrale pratiquée dans la cuirasse. Elle est formée simplement par un ruban de cuivre rouge nu (épaisseur 0,3 millimètre), enroulé à la façon d'un spiral de pendule. Le liquide réfrigérant est constitué par du pétrole, refroidi à — 25° par une machine frigorifique, qui joue en même temps le rôle d'isolant. Ce liquide circule entre les spires métalliques, parallèlement à l'axe de la bobine. Lors des essais, la bobine a pu supporter un courant de 1.900 ampères, de sorte que dans ce petit appareil (poids 35 kilogs) on a pu absorber une puissance de 76 kilowatts. Dans ces conditions, dans un entrefer de diamètre 2 millimètres et de longueur 1,7 millimètres, les parties centrales des pièces polaires étant en ferrocobalt, le champ atteint 50.500 gauss.

Les expériences faites avec cet appareil ont le grand intérêt qu'elles constituent le premier essai de l'application d'une puissance électrique déjà notable à une bobine de petit volume, grâce à l'emploi d'une densité moyenne de courant élevée. Mais le fait de refroidir artificiellement n'est pas un avantage, au contraire. L'emploi du froid, nous l'avons vu, diminue le rendement et n'aurait d'intérêt que s'il permettait d'augmenter les valeurs de la densité moyenne du courant ou bien de l'énergie absorbée par centimètre cube de bobine. Les valeurs obtenues avec le pétrole froid ont été : pour d, de 85 à 150 ampères par millimètre carré, et pour l'énergie absorbée de 0,7 à 1,9 kilowatts par centimètre cube ; elles ne dépassent pas celles que l'on obtient avec de l'eau sous pression par le procédé de M. Weiss. Aussi, par la suite, lorsqu'ils ont proposé de construire des appareils plus grands, MM. Deslandres et Pérot ont-ils renoncé à l'emploi d'une machine frigorifique, pour refroidir, eux aussi, avec de l'eau à la température ambiante. D'ailleurs, la résistivité de l'eau ordinaire étant environ 1 milliard de fois plus grande que celle du cuivre ou de l'argent, les auteurs pensent que l'eau pourra en même temps servir d'isolant sans que l'électrolyse soit gênante. La figure 19 donnera une idée de l'appareil projeté ; la bobine a cette fois une forme plus rationnelle, conforme aux indications de la théorie de la bobine sans fer.

M. Pérot propose de construire trois de ces appareils modifiés de grandeurs différentes, les dimensions respectives étant entre elles comme 1, 2,5 et 5. On se représentera facilement la grandeur de l'instrument dans chaque cas, en considérant par exemple le diamètre $2a$ du creux de la bobine. Il faut soigneusement distinguer ce creux du diamètre de l'entrefer qui est placé dans l'intérieur et où on utilise le champ. Pour ces trois appareils, M. Pérot prévoit les résultats suivants, en tenant compte de l'accroissement de résistance produit par l'élé-

[1] Voir la première partie de cet article dans la *Revue* du 15 juillet 1914, t. XXV, p. 626.

[2] Deslandres et Pérot : *C. R. Ac. des Sc. Paris*, t. CLVIII, 1914, p. 226 et 658. — *Société franç. de Phys.*, 6 février 1914. Pérot : *Rapport à la Commission de l'Académie des Sciences.*

vation de température, et admettant que l'on conserve à l'angle θ la valeur (60°) qu'il avait dans l'appareil d'essai. (Un angle plus grand, comme le remarque M. Pérot, diminuerait la puissance nécessaire.

Résultats prévus par M. Pérot pour trois grandeurs d'électros à enroulement polaire.

TYPE	DIAMÈTRE du creux $2a$	ENTREFER	CHAMPS en gauss	PUISSANCE kw	J
	en mm.	en mm.			
1. . . .	30	3 × 1,7	50.000	21.5	91
	»	»	75.000	226	282
2,5. . .	75	7,5 × 4,25	50.000	51.7	36,7
	»	»	75.000	397	113,2
	»	»	100.000	1 629	189,7
5. . . .	150	15 × 8,5	50.000	101.7	18.3
	»	»	75.000	1.619	56.7

Que faut-il penser des appareils ainsi prévus? On voit qu'ils permettraient d'obtenir des champs

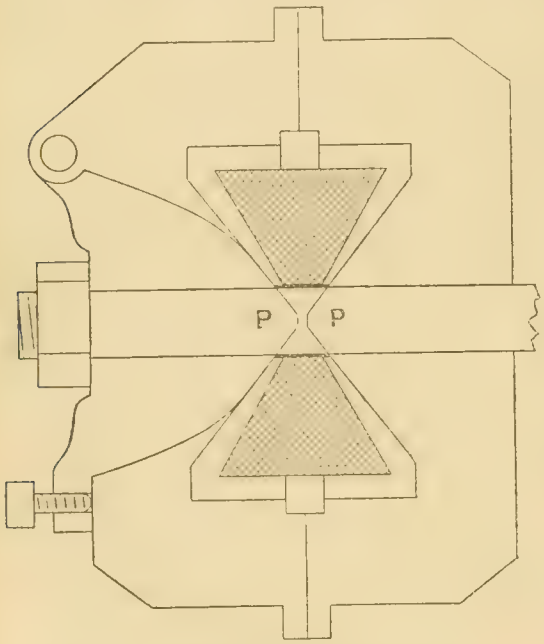


Fig. 19. — *Schéma du projet d'électro-aimant de MM. Deslandres et Pérot.*

élevés, voisins de 100.000 gauss, tout en étant d'un prix d'achat très faible, l'appareil du plus grand modèle ne pesant encore que quelques tonnes. Mais en revanche ces champs ne peuvent être très étendus et leur production nécessite des puissances électriques élevées, de sorte que les expériences seront coûteuses. Pourquoi en est-il ainsi?

Au point de vue théorique, la place donnée aux ampères-tours est rationnelle. Nous avons vu, à propos des électro-aimants du modèle ordinaire, qu'on était conduit à rapprocher de plus en plus les ampères-tours des pôles. La courbe caractéristique de l'appareil Deslandres et Pérot ne diffère pas, en principe, de celle d'un électro-aimant ordinaire, mais le terme exprimant le champ direct de la bobine magnétisante prend une importance relative beaucoup plus grande. Au point de vue pratique, il faut remarquer que, si les spires de la bobine sont placées de façon à ce que leur action directe soit la plus grande, elles sont placées aussi de manière à gêner le plus possible pour les expériences. Il faut toujours de la place dans le plan équatorial d'un électro-aimant. C'est pour cette raison, pour pouvoir y disposer des appareils, que MM. Deslandres et Pérot ont été conduits à donner au diamètre du creux de la bobine une valeur relativement élevée, dix fois plus grande par exemple que les diamètres des entrefers qui figurent au tableau. Or, les champs qui comptent dans les expériences sont simplement les champs qui sont réalisés dans l'entrefer lui-même. Le champ qui existe tout autour, dans le pourtour du creux de la bobine, ne sert à rien le plus souvent et peut même être gênant. C'est cependant pour le réaliser qu'on dépense autant d'énergie. Si l'on se reporte au tableau précédent, on constate que, pour obtenir 100.000 gauss dans un entrefer de $7^{mm},5$ de diamètre, il faut dépenser environ 1.629 kilowatts.

Or, nous avons trouvé plus haut qu'on pouvait espérer avec environ 1.420 kilowatts, par exemple, obtenir 100.000 gauss avec une bobine sans fer cylindrique de 20 millimètres de diamètre de creux, et cela en restant bien en deçà de la densité moyenne de courant qu'on a pu obtenir en refroidissant par l'eau sous pression. Les deux instruments (électro type 2,5 de M. Pérot et cette bobine sans fer) donneraient des champs voisins avec des dépenses comparables. On voit la raison de ce résultat paradoxal au premier abord : le type même de construction adopté pour cet électro-aimant impose, pour l'installation pratique des expériences, un creux trop grand pour les bobines. La bobine sans fer à laquelle je compare l'instrument du type 2,5 a un diamètre intérieur plus petit, mais on y dispose d'un espace libre relativement très long suivant l'axe et cela pourrait faciliter beaucoup certaines expériences [1].

Malgré cet inconvénient grave, résultant de la très grande dépense d'énergie nécessaire, l'électro-aimant de MM. Deslandres et Pérot mérite de retenir l'attention. L'emploi de lames conductrices

[1] Par exemple, dans les recherches sur le phénomène de Zeeman, lorsque la source est une étincelle ou un tube de Geissler, il est extrêmement avantageux de faire jaillir la décharge parallèlement aux lignes de force du champ. M. Croze a montré quelle importance pouvait avoir cette précaution.

et la façon dont le refroidissement est assuré doivent spécialement être signalés. Sans doute, les tubes (à section carrée) sont plus pratiques : ils suppriment les boîtes étanches, ils permettent de faire les essais sur des fractions de bobines et d'assurer l'excitation de la bobine à l'aide de plusieurs sources indépendantes. Mais l'emploi des lames avec le mode de circulation de l'eau adopté, où le liquide froid court parallèlement à l'axe, normalement aux lignes de courant, suivant un trajet très court, est d'une réelle originalité. Il est juste de le constater, si même, comme nous le pensons, l'avantage doit rester aux tubes.

V. — Electro-aimant Weiss muni de bobines polaires.

L'appareil que nous venons d'étudier permettrait d'obtenir, avec une grande dépense d'énergie il est vrai, des champs de l'ordre de 100.000 gauss. Le gros électro-aimant Weiss donnerait avec une faible puissance des champs très étendus, mais qui dépasseraient difficilement, nous l'avons vu, 70.000 gauss. Cet appareil peut être modifié de façon à répondre aux deux sortes d'exigences et à donner à volonté soit des champs étendus, soit des champs intenses.

Entre les cônes polaires de ce très gros instrument, il y a beaucoup de place. On peut y mettre un enroulement spécial formant des bobines « polaires » dont on utilisera le champ direct. Ces bobines seront disposées, comme nous allons le voir, de façon à ne pas gêner les expériences, tout en ayant un creux de faible rayon. L'électro-aimant ainsi modifié sera un appareil à deux enroulements distincts : l'un entourant les noyaux, l'autre entourant les pôles. Entre les deux, on pourra répartir pour le mieux la puissance totale disponible, de sorte que l'appareil présentera la grande souplesse de fonctionnement que l'on souhaitait.

L'emploi de bobines supplémentaires dans les électro-aimants n'est pas nouveau : Weiss en employait déjà dans les appareils qu'il faisait construire il y a une vingtaine d'années. M. Du Bois les a également utilisées pour accroître la valeur du champ[1]. C'est encore en employant de telles bobines que Weiss récemment a obtenu le champ le plus élevé qui ait été mesuré (55.600 gauss dans un entrefer de 2×3 millimètres sans ferrocobalt). De telles mesures de champ sont utiles : elles ont montré, en particulier, que le gain apporté par ces bobines est un peu supérieur à leur champ direct. Mais les petits appareils ainsi disposés n'ont pu servir à des recherches proprement dites parce que l'espace laissé libre par les bobines était beaucoup trop petit : ces bobines étaient, en effet, formées de deux parties écartées de 2 à 3 millimètres seulement. Il n'en sera plus de même dans un gros instrument, toutes les dimensions y compris celles de l'espace libre étant considérablement agrandies; on obtiendra alors des champs réellement utilisables, ce qui est la chose importante.

La figure 20 est un schéma d'une des paires de bobines polaires prévues par MM. Weiss et Piccard. On voit qu'on a supprimé systématiquement, dans ce cas, bien que ce soient les mieux placées pour la

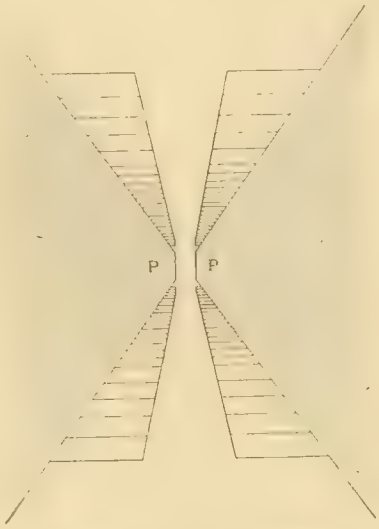


Fig. 20. — *Schéma d'une paire de bobines polaires coiffant les pôles de l'électro-aimant Weiss.*

production du champ direct, les spires situées au voisinage du plan équatorial, cela pour ménager un accès facile à l'entrefer et pour rendre possible l'amenée des courants et de l'eau nécessaires. Chaque bobine est un appareil très maniable qui pèse moins de 20 kilogs. On la met en place en en « coiffant » la pièce polaire qui lui correspond. La chose est facile, car l'électro est assez grand pour que l'opérateur puisse passer entre les noyaux quand on les a écartés au moyen du moteur. Le creux de la bobine n'a ici que 15 millimètres de diamètre.

Cette bobine est prévue de façon à donner un champ direct de 30.000 gauss à son centre en y dépensant 100 kilowatts environ. On a cherché, dans sa construction, à se rapprocher des conditions du maximum de rendement : il est obtenu lorsque la densité du courant varie en raison inverse du *carré* de la distance au centre : c'est cette répartition (pour les spires extérieures au moins) qui est indiquée schématiquement sur la figure 20. En réalité, il est plus simple de former

[1] De même, MM. Deslandres et Pérot dans leur premier essai, où une bobine refroidie par du pétrole était placée entre les cônes polaires d'un électro-aimant Weiss.

l'enroulement de plusieurs parties concentriques, chacune à enroulement uniforme. MM. Weiss et Piccard ont calculé, par exemple, une bobine de ce genre formée de trois parties concentriques, telle que pour la puissance totale de 100 kilowatts on se rapproche du maximum de rendement lorsqu'on dépense la même puissance dans les trois parties concentriques. La densité moyenne de courant est alors pour l'enroulement central de 200 ampères par millimètre carré (qu'on peut obtenir comme on sait); elle est plus faible dans les deux autres (respectivement 50 et 12 ampères par millimètre carré). Or, on peut évidemment (puisque chaque partie est à enroulement uniforme et que la densité y est constante) augmenter l'excitation dans ces deux derniers enroulements. On accroît ainsi la *puissance* tout en diminuant le *rendement*. Une telle bobine peut alors donner près de 40.000 gauss sans que la dépense dépasse 300 kilowatts.

Les champs donnés par l'électro-aimant muni de ses bobines polaires ne peuvent être représentés en fonction de la puissance dépensée par une caractéristique unique. Il y a autant de ces courbes qu'il y a de façons de répartir l'énergie totale entre les bobines polaires d'une part et les bobines de l'électro de l'autre. Ce qui déterminera le mode de connexion le plus avantageux, ce n'est pas toujours la condition du champ maximum. Quand il y aura intérêt à avoir un champ d'une grande constance, il y aura avantage à donner à l'électro proprement dit un rôle prépondérant. Il peut y avoir intérêt, au contraire, à avoir un champ aussi élevé que possible dans un entrefer donné, ce champ fût-il moins constant. On augmentera alors autant que possible l'appoint dû à la bobine en diminuant l'excitation des bobines principales de l'électro-aimant.

Dans chaque cas, on peut calculer les champs en ajoutant à ceux de l'électro-aimant proprement dit le champ des bobines polaires[1].

Voici, par exemple, les résultats qu'on peut prévoir pour quelques entrefers : 1° en admettant que l'électro-aimant lui-même reste excité avec 200 kilowatts et que les bobines polaires reçoivent au plus 100 kilowatts ; 2° en réduisant l'excitation de l'électro à 50 kilowatts et appliquant, au contraire, 300 kilowatts au maximum dans les bobines polaires. On voit que dans les deux cas la puissance totale nécessaire ne dépasse pas 350 kilowatts. Ces résultats pourront être améliorés si des perfectionnements sont apportés à la construction des bobines sans fer sans qu'il y ait rien à modifier à l'appareil lui-même :

[1] En réalité le champ réel sera un peu plus intense, mais les expériences faites jusqu'ici ne permettent pas d'indiquer avec certitude quel sera le gain pour les valeurs élevées du champ.

Champs donnés par le gros Electro Weiss avec les bobines polaires.

ENTREFERS	CHAMPS EN GAUSS électro excité avec 200 kw	CHAMPS EN GAUSS électro excité avec 50 kw
3 × 2mm	100.100	108.100
5,7 × 3,5	94.500	102.500
5,7 × 5	91.400	99.400
5,7 × 10	85.200	93.400

Ajoutons enfin que ces bobines polaires pourront être utilisées, quand elles ne serviront pas sur le gros électro-aimant, ainsi que les parties terminales en ferrocobalt des pièces polaires correspondantes. On montera chaque paire de ces appareils sur des carcasses en fer peu coûteuses, ce qui donnera autant de petits électro-aimants distincts à enroulement polaire.

VI. — Prix de revient.

Dans le projet que nous venons d'étudier, la partie la plus coûteuse est le gros électro-aimant lui-même, dont le prix varierait, suivant la quantité de cuivre, de 76.000 à 128.000 francs (cette quantité de cuivre dépendant, comme nous l'avons vu, du prix de l'énergie électrique). Admettons provisoirement le prix d'achat le plus élevé, celui qui correspond, d'autre part, à la dépense la plus faible pour les expériences. Il faut prévoir, en outre, les accessoires indispensables (pont roulant, tableau de distribution, tuyauterie, etc...); la sous-station transformant en courant continu le courant alternatif d'un secteur; enfin une batterie d'accumulateurs. On arrive alors à un total approchant de 200.000 fr.[1] qui serait réduit d'un tiers environ si l'on était conduit à réduire le poids du cuivre.

Les frais d'installation sont donc relativement élevés. En revanche, l'avantage d'un tel projet, qui n'exige pas une grande puissance électrique, est que — quel que soit le prix de l'énergie — il ne faudra pas beaucoup d'argent pour faire les expériences. Un projet qui imposerait, au contraire, une sous-station d'une puissance de 1.500 kilowatts par exemple coûterait tout aussi cher d'établisse-

[1] M. Weiss arrivait à 225.000 francs: il faisait entrer, en effet, en ligne de compte une avance au secteur pour l'établissement d'une ligne, qui disparaîtra si l'on se place tout près d'une forte canalisation.

La batterie d'accumulateurs prévue est très coûteuse (45.000 francs). M. Fabry (Rapport à la Commission) estime qu'on peut réduire sans inconvénient l'importance de cette batterie, des groupes moteurs-générateurs bien étudiés pouvant, d'après lui, fournir des courants suffisamment constants. Les accumulateurs conservent cependant un avantage : des couplages permettent d'obtenir les courants de très forte intensité nécessaires pour l'excitation des bobines polaires.

ment, l'argent étant alors surtout employé à l'achat des moteurs et des dynamos; et il faudrait prévoir, en outre, des crédits très élevés pour les expériences. Il ne serait pas sage, il me semble, d'acheter les groupes produisant effectivement 1.500 kilowatts de courant continu, sans être sûr qu'on aura des crédits pour les faire fonctionner. Mais il est certainement très prudent de prévoir les progrès futurs que pourront faire les appareils où le champ direct des bobines joue toujours le rôle prépondérant, de songer aussi aux autres applications possibles de l'énergie disponible : il faut donc installer l'appareil près d'une forte canalisation. L'Université de Paris possède déjà un emplacement qui satisfait à cette condition : le terrain où est installé l'Institut Aérotechnique, ce grand Laboratoire qu'elle doit à la libéralité de M. Deutsch de la Meurthe. Cet Institut sera prochainement relié à un secteur alternatif puissant et aura l'énergie électrique à bon marché. On pourrait, par exemple, une fois l'électro-aimant construit, le placer à côté et faire déjà, à la rigueur, de bonne besogne avec une installation de fortune.

Mais il faut souhaiter mieux encore : nous voudrions que les diverses recherches dont nous avons parlé soient facilitées de toutes manières et qu'un beau Laboratoire de Magnétisme et de Magnéto-optique s'édifie autour du gros aimant. Sans doute on peut faire des découvertes avec des ressources modestes, mais il ne faut pas se dissimuler que l'argent joue un rôle de plus en plus important dans les recherches scientifiques et qu'il y a tout avantage à centraliser les moyens d'action. Dans le grand Laboratoire prévu, les travailleurs de tous les pays qui auraient à utiliser des champs magnétiques intenses et étendus viendraient sans doute, de même qu'ils se rendent à Leyde, dans l'admirable installation de K. Onnes, lorsqu'ils veulent travailler aux très basses températures. Mieux le futur Laboratoire sera outillé, plus on aura dépensé, non pas pour le bâtir, mais pour l'enrichir de tous les appareils nécessaires, meilleur sera le résultat final.

Nous sommes loin, on le voit, de la somme de 50.000 francs actuellement mise en réserve par l'Université de Paris[1]. J'espère qu'il se trouvera en France de généreux donateurs pour assurer l'argent nécessaire à ces Fondations, distinctes mais solidaires, que la Commission de l'Académie des Sciences demande toutes deux : l'Electro-aimant et le Laboratoire magnétique.

A. Cotton,
Professeur adjoint à la Sorbonne,
Maître de Conférences à l'Ecole Normale.

[1] A cette somme il convient d'ajouter 500 francs que M. Hutrel, du Mans, a bien voulu m'envoyer à la première nouvelle que l'Université de Paris songeait à une telle entreprise. Je le prie d'agréer mes très vifs remerciements.

UNE GRANDE ÉTUDE GÉOGRAPHIQUE :

L'ATLAS DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE FINLANDE

Située entre la Suède et la Russie, la Finlande se rattache à la première par ses caractères géographiques et sa nature géologique, et elle en reproduit les dispositions naturelles ; elle n'est qu'une partie de l'ensemble que l'on a pu appeler le massif fenno-scandinave. Au nord, elle ne se distingue en rien de la Suède, dont, par delà la frontière, elle continue les épaisses forêts. Au sud, elle est constituée par un plateau lacustre rappelant celui du Småland, qui, de l'autre côté de la mer Baltique, forme l'extrémité méridionale de la Suède; l'un et l'autre sont couverts d'un réseau hydrographique compliqué, où l'on voit se relier aux cours d'eau des lacs en nombre considérable.

Mais, si frappants que soient les caractères physiques qui la relient à la Suède, la Finlande n'en mérite pas moins d'être étudiée comme un pays à part, eu égard à ses traits géographiques accentués, à sa position entre la Suède et la Russie, à la configuration de son territoire qui forme une large presqu'île entre le golfe de Botnie, d'une part, et d'autre part le golfe de Finlande dont le lac Ladoga semble prolonger la ligne d'eau.

La Finlande peut être en effet très justement considérée, à certains égards, comme marquant une transition entre les deux pays qui la touchent. Elle ne possède pas de hautes montagnes comme la Suède et son relief n'excède pas celui de la zone côtière orientale de la péninsule scandinave, en sorte qu'on peut regarder la Finlande comme un gradin conduisant des hautes terrasses de Suède aux marécages des provinces baltiques de la Russie et, par delà, à toute l'étendue des grandes plaines qui se continuent à travers ce pays, jusqu'au pied de l'Oural et du Caucase.

En outre, ce qui apporte à la Finlande, d'une façon plus manifeste encore, une individualité incontestable en tant que pays, c'est sa population ; elle comprend pour la très grande majorité des Finnois, peuple entièrement différent de ceux qui habitent les pays voisins.

Mais, comprimés entre les Suédois à l'ouest et

les Russes à l'est, les Finnois ont été nécessairement en butte aux attaques et aux envahissements de ces peuples, et l'histoire de la Finlande est faite surtout des démêlés qu'elle a eus avec eux. Bien qu'une certaine autonomie n'ait cessé de lui être reconnue, la Finlande n'a jamais été entièrement indépendante; elle a été pendant des siècles soumise à la Suède et aujourd'hui elle se trouve placée dans le domaine de la Russie, c'est-à-dire de celui des deux pays limitrophes dont elle s'écarte le plus par la nature de son sol. Il n'en est pas moins vrai que la Finlande est toujours la terre où les Finnois ont leur groupement principal et que leur nombre y dépasse de beaucoup celui des Suédois et encore plus celui des Russes; de telle sorte que, malgré les efforts de la Russie pour s'assimiler la Finlande d'une façon de plus en plus étroite, cette « Terre des Finnois », on ne peut s'empêcher de le reconnaître, n'était pas sans porter en elle des germes d'une existence nationale indépendante que ne contredisent pas les données scientifiques.

Aussi, est-ce mue à la fois par la patriotique pensée d'aider le peuple finlandais à mieux connaître le sol auquel il est si attaché et à se mieux connaître lui-même, et en même temps par le désir de fournir un nouvel appoint aux progrès des connaissances géographiques du monde, que la Société de Géographie de Finlande a résolu de présenter un exposé détaillé de la géographie physique et humaine de ce pays; elle a accompli une œuvre de premier ordre. La publication consiste en un Atlas, accompagné d'un texte publié à part, et dans lequel l'emploi de procédés graphiques sur les cartes ou dans des planches séparées a permis d'accumuler un nombre considérable de notions d'une très grande précision et de les figurer d'une façon aussi saisissante qu'instructive.

L'*Atlas de Finlande* est une œuvre de longue haleine, ayant ses origines dans des travaux poursuivis de longue date et qui sera l'objet de mises à jour successives et d'incessants perfectionnements. Sa première édition a paru en 1899[1], et, un peu plus de dix années après, en 1910[2], une deuxième voyait le jour.

L'importante participation qu'avait prise la Société de Géographie de Finlande à l'exposition faite à Londres, en 1895, à l'occasion du sixième Congrès international de Géographie et les appréciations si favorables qu'elle avait recueillies de toutes parts au sujet des travaux déjà produits, l'avaient déterminée à les condenser en une publication plus complète, et c'est ainsi qu'avaient été jetés les premiers jalons de l'*Atlas de Finlande*, œuvre scientifique qui fait grand honneur aux savants de ce pays.

Le Comité qui avait rédigé la première édition de l'Atlas était présidé par M. Edouard-Rodolphe Neovius, professeur de mathématiques à l'Université d'Helsingfors, et il comptait comme membres M. Johan Axel Palmén, secrétaire de la Société de Géographie, professeur de zoologie à l'Université, et MM. Max Alfthan, J. P. Norrlin, E. G. Palmén, O. Savander et J. J. Sederholm.

A la tête du Comité de rédaction de la nouvelle édition est l'un des membres du précédent, le colonel et ancien gouverneur Max Alfthan. Nous y retrouvons en outre les noms de M. J. A. Palmén, secrétaire de la Société de Géographie, du professeur J. J. Sederholm, directeur de la Commission géologique, de M. E. G. Palmén, professeur d'histoire scandinave et de Finlande à l'Université. Comme nouveaux venus dans le comité sont MM. Onni Ollila, ingénieur, chef du Bureau cartographique à la Direction générale du cadastre, et K. R. von Willebrand, docteur ès sciences, ingénieur en chef à la Direction générale des Ponts et Chaussées.

L'Atlas s'est considérablement accru de la première à la seconde édition; de 32 feuilles à l'origine, il en a aujourd'hui 55, et encore a-t-on tiré un meilleur parti de la place disponible grâce à l'emploi de plusieurs espèces de cartes. Le texte a plus que triplé et on lui a joint des cartes, des illustrations et des graphiques. L'Atlas, imprimé en une seule édition, porte les rubriques et explications dans les deux langues du pays, finnois et suédois, et en français. Le texte a été imprimé, comme la première fois, dans les trois langues, et la traduction française est due au professeur J. Poirot, à Helsingfors[1].

L'Atlas est divisé en deux parties, à chacune desquelles correspond l'un des volumes de texte : nature du pays, c'est-à-dire géographie physique; population et civilisation, c'est-à-dire géographie humaine. Nous examinerons chacune successivement.

I

Dans la notice qu'il a consacrée à la carte n° 1, M. l'ingénieur Onni Ollila a fait un exposé des travaux précédemment effectués en Finlande pour l'établissement de cartes. C'est de bonne heure, ainsi qu'il le rappelle, que l'on a commencé des essais de représentation du pays, mais les plus anciennes cartes, qui remontent au xve et au xvie siècle, dressées d'après des renseignements

[1] *Atlas de Finlande*. Helsingfors, 1899, F. Tilgmann, in-fol., 32 pl. Avec 1 vol. de texte, in-8°, 500 p. (pagination discontinue).

[2] Société de Géographie de Finlande. *Atlas de Finlande*, 1910. In-fol., 55 feuilles. Avec 2 volumes de texte, in-8°, formant le t. 30, I et II, de *Fennia*.

[1] Voir l'article publié par M. Poirot dans les *Annales de Géographie*, t. XXII, p. 310 (15 juillet 1913), et p. 417 (15 novembre 1913).

vagues et souvent légendaires, donnent des images très éloignées de la vérité. Cependant, la carte d'Olaus Magnus, qui remonte à 1539, présentait déjà une idée d'ensemble assez juste de la configuration du pays et de sa position par rapport aux pays voisins. Mais, dès le début du XVIIe siècle, nous voyons paraître des travaux dignes de fixer l'attention. A ce moment, des études géographiques furent entreprises sous les auspices du roi de Suède, Charles IX, et la carte de Suède et de Finlande, d'Andreas Bureus, publiée en 1626 et dont l'Atlas de Finlande contient une reproduction (n° 47), peut être regardée comme une œuvre très remarquable pour son époque. Andreas Bureus, étant directeur du cadastre dans le royaume de Suède, avait pu baser sa carte sur des mesures et des plans pris directement; mais on peut la critiquer quand on lui voit figurer la ligne de partage des eaux par une véritable chaîne de montagnes, alors qu'en réalité elle est beaucoup moins accentuée.

Au XVIIIe siècle, on dressa de nouveaux plans du pays en vue d'améliorer le partage des terres, et la série de cartes publiées de 1797 à 1807 sous les auspices du baron S. G. Hermelin et dont la partie finlandaise était due à un Finlandais, le lieutenant-colonel K. P. Hällström, est considérée de nos jours encore comme une excellente source de renseignements. Les cartes de partage, à grande échelle, levées pour la fixation des impôts et des limites aux domaines notamment depuis une ordonnance de 1757, qui avaient été mises à profit pour la confection de cette série, et qui furent continuées et achevées au XIXe siècle, ont permis à la Direction du cadastre de dresser de 1840 à 1850 des cartes de paroisse à l'échelle de 1 : 20.000^e, lesquelles ont servi de base aux cartes de bailliage, au 1/100.000. Mais, bien que ces documents soient bons par le détail, comme ils étaient d'époques très différentes et d'une inégale précision, leur raccord ne pouvait manquer d'être scientifiquement très défectueux.

Un premier réseau cartographique basé sur des points fixes déterminés astronomiquement fut enfin établi et il fut utilisé pour la *Carte générale de Finlande*, en trente feuilles, dressée sur l'initiative de la Direction générale du cadastre et sous la direction de M. Cl.-W. Gyldén, et publiée de 1863 à 1872. Depuis lors, on refait, à mesure que l'on recueille de nouveaux matériaux précis, les cartes de paroisses et de bailliages, qui sont rattachées dans un réseau cartographique en projection polygonale.

Quoi qu'il en soit, la carte du pays présentait encore des défectuosités. Il n'avait été fait en Finlande, dans le cours du XIXe siècle, que deux mesures géodésiques étendues : celle du méridien russo-scandinave, accomplie de 1816 à 1855, qui, s'étendant sur 25 degrés de latitude, de l'embouchure du Danube à l'océan Glacial, se trouvait traverser la Finlande; la triangulation baltique, faite de 1828 à 1838 par les autorités russes sous la direction du général Schubert. Des projets tendant à l'institution de commissions pour procéder à la revision de la carte n'aboutirent pas.

Aussi, quand la Société de Géographie de Finlande voulut procéder à la confection de son Atlas, ne trouva-t-elle pas tous les matériaux modernes qu'elle souhaitait. La difficulté qu'elle rencontrait, pour la réduction d'une carte aux proportions qu'elle désirait avoir, tenait à ce que les travaux géodésiques préalables n'avaient pas eu toute la précision ni l'étendue nécessaires. La Société se trouva donc conduite à dresser elle-même la carte qui devait servir de base à tout l'Atlas. Pour cette carte, à l'échelle de 1 : 2.000.000^e, elle utilisa concurremment les deux séries de mesures géodésiques précitées, et en outre les déterminations astronomiques dues au corps des topographes russes (1860-1869) et les points polygonaux déterminés aussi par eux, enfin un certain nombre de déterminations locales faites par des autorités finlandaises ou par divers savants. On put ainsi appuyer la carte sur un nombre de points fixes s'élevant à 500, de telle sorte qu'elle se présentait dans de remarquables conditions d'exactitude. Dans la seconde édition, on a employé la même carte fondamentale, en la corrigeant ou en la complétant selon les nécessités, et en tenant compte des matériaux nouveaux.

Cette carte à l'échelle de 1 : 2.000.000^e a été reproduite autant de fois que de besoin avec des indications différentes, et en outre on en a donné des réductions, chaque fois qu'elles ont pu suffire.

La carte n° 1, au 1/2.000.000, est une carte générale de la Finlande donnant les villes et les limites des gouvernements, bailliages et paroisses. Mais elle ne porte aucune indication du relief et se trouve être surtout hydrographique. La carte n° 2, à même échelle, carte hypsométrique, donne le relief. Se complétant l'une l'autre, elles traduisent d'une façon saisissante la nature physique du pays.

Au nord et à l'est s'étend la région haute; elle n'est vraiment digne d'être appelée montagneuse que dans l'extrême pointe nord-ouest de la Finlande qui s'avance comme une péninsule à travers la Suède et en est une partie géographique. Là, touchant la frontière, le Halditschokko, qui est le point culminant de la Finlande, atteint seulement 1.353 mètres. Des montagnes qui l'avoisinent ont l'une 1.291 mètres, l'autre 1.218, et l'on descend vite

à 1.000 mètres et au-dessous quand on s'avance vers le sud.

A part cette région de peu d'étendue, la Finlande est un pays très accidenté, mais non montagneux; et, bien qu'il n'offre pas de grands écarts dans son niveau, ce n'est pas davantage une plaine : c'est un pays de petites hauteurs. Si nous faisons abstraction aussi d'une large zone côtière à l'ouest et au sud, qui n'excède pas 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, nous pouvons voir en effet que, dans sa presque totalité, la Finlande présente une altitude qui oscille entre 100 et 400 mètres, avec des pointements isolés, au nord et au nord-est, qui atteignent de 400 à 700 mètres, mais ne constituent nullement des chaînes de montagnes.

Vue en ballon, la Finlande montrerait une surface remarquablement unie, alors que, dans la réalité, elle présente d'innombrables inégalités, mais très petites. Il y a eu un très grand mérite à établir une bonne carte hypsométrique d'un pareil pays, et celle-ci rectifie les données antérieures d'après lesquelles il n'était guère de ligne de partage des eaux en Finlande qui ne fût regardée comme plus ou moins montagneuse.

Sur toute la superficie du pays, il existe une extraordinaire abondance d'eau : 11,73 °/₀ (y compris la part du lac Ladoga) contre 88,27 °/₀ de terre ferme. Les cours d'eau sont très nombreux partout; s'il y a moins de lacs au nord, ils sont, dans le sud, en quelque sorte, innombrables. Des marais et des tourbières il y en a presque partout[1].

La partie méridionale de la Finlande, particulièrement riche en lacs, constitue un plateau lacustre qui, au point de vue du relief comme de l'hydrographie, est la partie la plus typique du paysage finlandais, dont les anciens auteurs n'avaient pas suffisamment dégagé les caractères spéciaux. Ce plateau a été appelé le « pays des mille lacs », mais ce n'est pas assez dire, car c'est par dizaines de mille qu'il faut les compter.

Quand on considère sur une carte la partie sud de la Finlande, on est de suite frappé de l'étrange aspect qu'elle présente. On dirait une éponge pleine d'eau, que l'on aurait étirée du nord-ouest au sud-est, car presque tous les cours d'eau suivent cette direction, qu'ils s'écoulent vers le golfe de Botnie ou vers celui de Finlande, et la plupart des lacs sont allongés dans le même sens.

Si la plus simple de toutes les cartes suffit à montrer que la Finlande possède un nombre extraordinaire de lacs, plus l'échelle est grande, plus le fait devient frappant. La carte n° 12 de l'Atlas, qui s'étend sur la partie du plateau lacustre la plus riche en eaux douces, carte au 1/400.000, dressée au Bureau hydrographique de la Direction générale des Ponts et Chaussées, d'après la carte générale de la Direction du cadastre, est des plus saisissantes à cet égard; c'est une apparition fantastique, qu'on pourrait croire invraisemblable. Sur cette seule carte sont figurés 9.600 lacs, nous apprend le texte du professeur J. E. Rosberg, et, dans sa totalité, la carte de la Finlande au 1/400.000 en porte, autant qu'on peut l'affirmer, 35.500. La paroisse d'Utsjoki, à l'extrémité nord du pays, ne compte que 10 lacs sur la carte de l'Atlas de Finlande, et sur la carte au 1/400.000 il en est indiqué 400.

Ces lacs ont des rivages extrêmement découpés et leurs fonds sont très irréguliers. La carte n° 13 de l'Atlas en donne un exemple très frappant par son figuré au 1/200.000 du lac Päijänne, qui appartient au plateau lacustre et est regardé comme le second de la Finlande par ses dimensions, en laissant de côté, bien entendu, le lac Ladoga. Sa superficie serait de 1.111,5 kilomètres carrés, d'après des calculs récents, dit M. J. J. Sederholm dans sa notice, chiffre probablement plus exact que celui de 1.304 kilomètres carrés fourni par les calculs planimétriques de G. Burmeister. D'après le même auteur, le lac Inari, au nord de la Finlande, le plus grand de tous, en a 1.386. Une curieuse observation faite par M. Sederholm, en ce qui concerne les rives du Päijänne, coupé de baies profondes et étroites, est que les incisions qui s'observent sur un de ses côtés ont leur correspondant de l'autre. Quant au fond du lac, un trait digne aussi de remarque est la présence d'une foule de fosses étroites et rectilignes, orientées dans des directions diverses et qui se croisent en partie.

Le caractère d'uniformité du sol est particulièrement manifeste pour le plateau lacustre. Ce ne sont pas des dos de pays élevés qui séparent les lacs les uns des autres, et leur lit consiste en des fissures qui, généralement, ne sont pas très profondes. Si le lac Paanajärvi a 128 mètres et le Päijänne 93, les sondages effectués ont révélé que la plupart des nappes d'eau sont loin d'être aussi profondes qu'on l'avait pensé autrefois. Sur 370 lacs, en grande partie situés sur le plateau et qui ont été étudiés par G. Burmeister, il n'y en a que 34 dont la profondeur soit supérieure à 20 mètres.

Ces lacs se présentent très fréquemment en chapelets, soit que, se succédant dans une même vallée, ils se déversent les uns dans les autres, soit que leurs eaux venues de directions diverses se mêlent dans un bassin commun ; mais, de toute façon, ils aboutissent toujours à former un fleuve qui, après un cours plus ou moins riche en rapides[1], finit par

[1] Carte n° 5. Tourbières et marécages.

[1] La carte n° 14 nous montre où il existe de ces rapides, qui n'ont généralement pas une très grande hauteur de chute.

atteindre la mer. On ne saurait dépeindre les lacs finlandais avec plus d'exactitude que ne l'a fait le géographe Ignatius, quand il a dit qu'ils « doivent être regardés comme des cours d'eau continus auxquels la faible altitude du pays et la nature accidentée du terrain imposent une allure lente et qui, à chaque obstacle, accumulent des masses d'eau plus ou moins considérables qui remplissent les inégalités du sol jusqu'à ce que le cours d'eau puisse continuer sa route ». Ces caractères sont précisément ceux que présente également dans son hydrographie la partie méridionale de la péninsule scandinave.

Ce sont les conditions géologiques dans lesquelles s'est trouvée la Finlande, ou mieux tout le massif fenno-scandinave, qui expliquent ses dispositions hydrographiques. Reportons-nous aux cartes géologiques de l'Atlas. Depuis la publication de l'esquisse géologique qui figurait dans la première édition, on a pu, nous dit M. Sederholm, redresser la carte géologique de toute la Finlande septentrionale; il resterait à compléter l'étude de certaines parties centrales. Le Sud est certainement mieux connu.

Les auteurs de l'Atlas ont séparé le figuré géologique en deux cartes : l'une, le n° 3, donnant les roches préquaternaires, l'autre, le n° 4, où sont indiqués les dépôts quaternaires. Nous pouvons observer ainsi successivement la Finlande à deux âges géologiques. On peut se rendre compte par la première de ces deux cartes que le sol de la Finlande se compose principalement de roches cristallines dures, granites, gneiss, schistes, formées aux époques les plus reculées du globe. Des sortes de granites propres à la Finlande ont été désignées du nom de roches rapakivi. Puis apparaissent les premiers dépôts sédimentaires, par-dessus les formations archéennes, ou plus ou moins mêlés à elles, à ce point « qu'il est difficile parfois de dire où cessent les roches sédimentaires et où commencent les roches éruptives[1] ». Quoi qu'il en soit, les roches sédimentaires les plus répandues sur le sol finlandais sont les plus anciennes : ce sont les roches précambriennes. Mais il est malheureusement très difficile de classer ces formations, sur lesquelles il existe encore bien des controverses[2]. Les Finlandais y distinguent plusieurs terrains : Kalévien, Jatulien, Jotnien. Le premier paraît correspondre au Huronien des Américains. Ces formations présentent cette particularité d'offrir des plissements allant du nord-ouest au sud-est. Les terrains sédimentaires d'un âge postérieur ont pris bien peu de place sur le sol de Finlande, et enfin, à une époque récente, des masses de graviers, de sables et d'argiles, formées pendant ou après la période glaciaire, vinrent se déposer au-dessus des terrains anciens. La carte n° 4 en montre la répartition.

Il est à remarquer que les glaciers suivirent d'une façon générale la direction du sud-est, qui était celle des anciens plis. Cette direction des mouvements des glaces est bien marquée sur la dernière carte du n° 5. C'est ce qui explique ce curieux aspect du plateau lacustre, tout rayé de sillons d'eau parallèles allant du nord-ouest au sud-est. On a dit avec raison que la Finlande semblait avoir été striée par une herse immense.

Mais ces fissures ne sont pas restées entièrement semblables à ce qu'elles étaient à l'origine.

On peut admettre, dit le professeur J. E. Rosberg dans sa notice sur le plateau lacustre finlandais, qu'à l'époque tertiaire, donc à une époque préglaciaire, l'écorce terrestre a été soumise, dans la Fennoscandia, à de violents tremblements de terre qui ont produit dans la roche primitive des fentes dirigées en tous sens (voir la carte n° 6 A). A ces tremblements de terre sont dues les fosses si étranges existant au fond des lacs.

La période glaciaire survint à un moment où la surface du sol était très divisée par tous ces crevassements. Les puissantes masses de glace, parcourant lentement le continent, y firent sentir à leur tour leur action et entraînèrent avec elles une grande partie des terrains meubles et des roches détachées. L'abondance des lacs dans la Finlande et la Suède centrale s'explique donc fort bien, d'après les conclusions du professeur Sederholm, « par le fait que, dans les dislocations, certains compartiments se sont effondrés et qu'il s'est formé une foule de fissures allant en tous sens, après quoi les parties fissurées ont été nettoyées par les glaces, tandis que les parties restées plus intactes se conservaient mieux ». Ces cuvettes sont demeurées remplies d'eau à la fin de la période glaciaire; quelques-unes aussi se sont trouvées comblées par les dépôts de moraines. En somme, il s'est produit en Finlande le même phénomène que celui que l'on peut observer dans tous les territoires d'extension des glaciers quaternaires, et c'est ce qui fait que l'on trouve également un si grand nombre de lacs dans la Suède, la Carélie russe et le Canada, les seules régions du globe qui puissent, à cet égard, rivaliser avec la Finlande.

C'est par les mêmes dislocations auxquelles est due la formation des lacs que peut s'expliquer aussi l'existence, à la pointe sud-ouest de la Finlande, de l'archipel côtier d'Abo et d'Aland, qui s'étend presque jusqu'à la Suède et contient, avec quelques grandes îles, un nombre considérable

[1] *Texte*, t. I, carte n° 5, p. 14.
[2] *Ibid.*, p. 2 et 5.

d'îlots, de rochers et d'écueils. Si jamais l'expression de poussière d'îles a pu convenir pour un archipel, c'est bien pour celui-ci, comme on peut s'en convaincre par la vue de la carte n° 10. Ce vaste archipel côtier n'est autre chose, nous dit le professeur Sederholm, « qu'un paysage de lacs plongé au-dessous du niveau de la mer ». Deux actions ont concouru à sa formation, tout comme pour les lacs : l'effondrement partiel du continent le long des lignes de rupture, et l'érosion glaciaire, qui ont amené sur ce point de la côte l'envahissement des eaux de la mer et n'ont laissé en saillie que les points les plus élevés. Il est facile de comprendre d'après le profil schématique que donne M. H. Hausen, dans sa notice sur la carte n° 10, comment on passe de la surface continentale aux zones d'archipels.

Ce n'est pas seulement le sol de la Finlande que l'on trouve étudié d'une façon approfondie dans l'Atlas et dans les savantes notices qui l'accompagnent, ce sont aussi les mers environnantes, golfes de Botnie et de Finlande, dont les caractères hydrologiques sont détaillés dans une série de cartes schématiques très bien établies. Dans la carte n° 6 B est figurée la répartition des glaces pendant les hivers 1903-1904 et 1904-1905. Le n° 7 donne la température à la surface et à différentes profondeurs, 10, 20, 40, 60 et 80 mètres, pour chacune à trois époques différentes, mai, août, novembre. La carte n° 8 nous fait connaître la température maxima et minima au fond de la mer, la salinité et sa variation à différentes profondeurs, la teneur en oxygène au fond et à 50 mètres de profondeur. Avec la carte n° 9, nous avons des indications sur les courants superficiels, la variation diurne moyenne du niveau de la mer, les marées, la couleur et la transparence de la mer, le transport d'eau ou échange marin.

Une carte bathymétrique des mers environnantes, au 1/2.500.000, est contenue dans le volume I du texte. Elle ne peut en donner qu'un aperçu très général, mais elle est complétée, en ce qui concerne le golfe de Finlande et le lac Ladoga, par des cartes de l'Atlas, au 1/800.000 (n° 11). La profondeur du golfe est loin d'être grande; quelques régions très limitées dépassent seules 100 mètres et le maximum est de 121 mètres.

Après la géographie physique du sol et de l'eau, les matériaux relatifs à la météorologie et au climat occupent dans l'Atlas quatre planches de cartes, n°s 16 à 19. La notice relative à ce sujet est rédigée par le Dr Osc. V. Johannson, adjoint à l'Institut météorologique central. La connaissance exacte des conditions naturelles du pays a toujours d'autant plus préoccupé les Finlandais que l'agriculture, qui est la principale ressource de la population, est loin de pouvoir être pratiquée partout avec les mêmes facilités. Ce fut l'Université de Finlande, fondée en 1640, qui centralisa d'abord les recherches météorologiques, puis elle fut secondée, à la fin du XVIIIe siècle, par la *Société économique finlandaise* d'Abo. La fondation de la *Société des Sciences de Finlande*, en 1838, donna une nouvelle impulsion à ce genre de travaux. Un observatoire magnétique et météorologique fut fondé à Helsingfors par Nervander en 1844. La Société des Sciences reprit ensuite l'observatoire de l'Université, qui devint l'*Institut météorologique central*, lequel possède environ 160 stations de diverses sortes et reçoit les observations de plus de 500 collaborateurs bénévoles. On a pu ainsi réunir un grand nombre de matériaux météorologiques dont une bonne part a pu être utilisée pour l'Atlas de Finlande.

Nous y trouvons portés notamment les isothermes aux divers mois de l'année, les isobares aux quatre saisons, le régime des vents indiqué par des roses des vents marquant leur fréquence dans huit directions principales, le régime de la neige (premières chutes, épaisseur), la quantité d'eau de pluie tombée et la fonte des glaces sur les lacs et la mer, enfin toutes les observations concernant les orages.

On peut noter comme principales caractéristiques du climat que, malgré sa situation septentrionale, la Finlande bénéficie de courants marins et aériens favorables. Les vents dominants soufflent entre le sud et l'ouest, amenant de la chaleur et de l'humidité. L'altitude du pays, en général assez faible et uniforme, ne produit pas de grandes actions climatériques. Cependant les parties orientale et septentrionale, qui ont le climat le plus continental, doivent encore un refroidissement à leur niveau plus élevé. La nébulosité est grande dans le pays, mais il n'est que moyennement pluvieux. C'est dans la région montagneuse que la couche de neige atteint la plus grande épaisseur et elle diminue à mesure qu'on s'avance vers le sud-ouest. Le maximum d'épaisseur est atteint en mars. Les orages ne sont ni fréquents ni violents.

Les études sur la flore et la faune terminent la partie de l'Atlas consacrée à la géographie physique. Si l'on veut rapporter la Finlande, au point de vue de sa végétation, à une région naturelle exacte, il faut en étendre les limites à l'est au delà de ses frontières politiques, jusqu'à une ligne passant par le golfe de Finlande, les lacs Ladoga et Onega, et la mer Blanche. Elle marque la bordure des terrains siluriens et dévoniens, propres à la Russie, devant laquelle finissent les terrains archéens et précambriens (carte n° 5). Au point de vue de la végétation,

c'est le même ensemble qui peut être envisagé et où l'on peut distinguer diverses zones forestières (carte n° 20-2). Mais on peut dire que la Finlande est tout entière couverte de bois, ainsi que le montre la carte des ressources forestières (n° 23), qui porte à la fois les forêts de l'État et les forêts privées et, par des teintes diverses, indique quelles sont, en dehors des forêts épargnées, les utilisations de leurs produits pour la vente ou pour les besoins personnels.

Quoi qu'il en soit, on peut observer que la véritable région forestière de la Finlande est sa moitié septentrionale, qui appartient à la zone boisée caractérisant toute la Russie boréale. C'est dans cette zone que sont presque exclusivement les forêts de l'État (carte n° 22). Tout au nord, au-dessus du cercle polaire, est la toundra, région de landes avec une flore très pauvre. La plus grande partie du territoire finlandais rentre, au point de vue de la végétation, dans la grande zone septentrionale des conifères. Vers le nord, elle est suivie d'une région du bouleau. A l'extrême sud, d'autre part, une petite partie de la Finlande rentre dans la zone du chêne de l'Europe centrale.

L'étude des espèces de plantes a été faite selon une division de la Finlande en 31 provinces botaniques. Le nombre total des plantes vasculaires sauvages ou devenues sauvages serait d'environ 2.182.

Une progression très marquée dans le nombre de plantes existant par province s'observe du nord au sud (carte n° 20-5). Les deux cartogrammes 3 et 4 de la même planche donnent les limites septentrionales des arbres et des arbrisseaux. Il y a 21 espèces d'arbres poussant à l'état spontané.

Les plantes cultivées sont étudiées dans deux cartogrammes (cartes n° 21-1 et 2). L'un est consacré aux céréales (seigle et froment, avoine et orge). Le second a trait aux autres cultures : pomme de terre, navet, chou, trèfle, textiles, etc.

Après les notices de MM. J. P. Norrlin, Harald Lindberg, Gösta Grotenfelt et Fredr. Elfving, sur la végétation et les cultures, le Professeur J. A. Palmén donne à son tour un aperçu de la faune. Il insiste surtout sur les Vertébrés, qui sont les mieux connus de tous les groupes et qui comptent en Finlande comme espèces véritablement indigènes : 61 poissons, 5 batraciens, 6 reptiles, 232 oiseaux et 54 mammifères. Il en étudie la répartition d'après les régions naturelles et, sur un cartogramme (n° 21-3), sont marquées les limites de quelques espèces. L'auteur fait observer qu'une partie de la faune de la Finlande se trouve menacée par l'extension de la colonisation. Certaines espèces reculent devant l'homme et les cultures et se portent vers le nord. Ce sont surtout les espèces les plus septentrionales qui se sont conservées dans les forêts vierges et les marais inaccessibles. Un exemple frappant de la diminution de la faune sauvage est fourni par les animaux féroces, ours, lynx, qui ont été autrefois abondants (carte n° 21-4, 5 et 6).

D'intéressantes notions sont données aussi sur les poissons et les pêcheries par M. T. H. Järvi, adjoint à la Direction des pêcheries. La pêche était autrefois l'une des principales ressources du pays ; elle a diminué d'importance avec l'introduction d'autres professions, mais elle est encore celle d'une grande partie de la population, le long des côtes et dans l'extrême-nord. Les eaux finlandaises ne peuvent cependant pas compter parmi les meilleures. Cela tient à ce que la Baltique n'est qu'une mer intérieure d'une salinité moindre que les océans, mais cette circonstance amène cette conséquence curieuse que les mers finlandaises renferment, à côté des poissons d'eau salée, des poissons d'eau douce. Ce mélange est d'ailleurs caractéristique de toute la faune et la flore de la mer Baltique. Les eaux douces de Finlande ne sont pas beaucoup plus favorables au poisson, et les lacs sont trop souvent des lacs de marais, de landes ou de roches.

Les espèces sont différentes selon les régions. Dans le nord surtout se pêchent les salmonides. Le poisson marin le plus important par sa quantité et le rôle qu'il joue dans l'alimentation et l'exportation, est le hareng baltique (*Clupea*). Plusieurs cartogrammes (cartes 21-7 à 10) montrent la répartition de certaines des espèces d'eau douce ou marine. Signalons enfin une notice du Professeur K. M. Levander sur le plancton marin, de laquelle il résulte qu'il a été très bien étudié sur les côtes finlandaises et que le nombre des espèces animales ou végétales qui le composent dans les eaux de la Baltique est très faible, une dizaine environ, mais la pauvreté en espèces est heureusement compensée par une grande richesse en individus.

II

Les études de géographie humaine contenues dans l'Atlas de Finlande ne le cèdent certainement pas en importance à celles de géographie physique, et l'on ne peut s'empêcher d'admirer la somme énorme de documentation statistique accumulée dans les planches de l'Atlas et dans le tome II du texte qui leur correspond.

Les auteurs ont rapporté les données de la statistique démographique au temps dans les graphiques de la planche n° 24, aux lieux dans les cartes qui suivent.

C'est à partir de l'année 1750 que l'évolution de

la population et les divers faits démographiques sont enregistrés, et ces statistiques sont poursuivies jusqu'en 1907. La date de 1750 a été choisie, comme l'explique, dans sa notice, le Dr A. G. Fontell, directeur adjoint au Bureau central de Statistique, parce que l'année précédente il avait été prescrit au clergé, sur la proposition de l'Académie des Sciences, de fournir à des dates régulières des renseignements sur la population, d'après un formulaire déterminé, afin de les réunir ensuite périodiquement sous forme de tableaux. Le service des tableaux a été l'origine du *Bureau central de Statistique de Finlande* où sont concentrés tous les documents officiels relatifs à la démographie.

Nous voyons que, dans cette période de cent cinquante-sept années, il s'est produit un accroissement assez uniforme de la population. A cet accroissement correspond une augmentation dans sa densité qui suit à peu près la même courbe, parce que la superficie territoriale, durant ce temps, ne s'est que fort peu accrue. Les écarts notables qui se produisent dans les courbes des décès, des naissances et de la nuptialité correspondent à des événements malheureux ayant atteint le pays : guerres, épidémies, disettes.

De tout l'accroissement de population qui s'est produit entre 1749 et 1865, plus des trois quarts sont dus à la population agricole. Au contraire, à partir de la fin du XVIIIe siècle, la part principale dans cet accroissement est passée aux villes et aux communes rurales touchant aux villes, où l'activité industrielle et commerciale exigeait une population plus nombreuse. La carte n° 25 en montre la densité, au 31 décembre 1908, dans les diverses parties de la Finlande, et l'on peut voir combien plus considérable elle devient quand on se porte du nord vers le sud ; la population est particulièrement dense sur toute la zone littorale, tant du golfe de Botnie que du golfe de Finlande. Dans l'extrême nord du pays, il n'y a même pas un habitant par kilomètre carré (0 à 0,4 comme minimum) ; les parties les plus peuplées en ont 30. Pour le pays entier, la densité moyenne par kilomètre carré qui, en 1749, était seulement de 1,6, s'est trouvée portée, en 1908, à 9 ; de l'une de ces dates à l'autre, le chiffre de la population est passé de 534.065 à 3.012.849 habitants.

Avec les cartes réunies sous le n° 26, nous voyons comment ces populations sont réparties sur le sol même par villes et par villages, et cette distribution est tout à fait curieuse à observer dans les îles avoisinant Abo et sur le plateau lacustre tout autour des lacs innombrables qui le parsèment.

Des séries de cartes à couleurs graduées permettent de suivre les progrès qui se sont produits dans les mouvements de la population, nativité, mortalité, mortalité infantile, accroissement, sur les diverses parties du territoire, durant certaines périodes, ce qui permet des études de statistique démographique comparatives du plus haut intérêt.

Au mouvement de la population se rattache l'émigration, à laquelle le Dr A. G. Fontell consacre une notice. Le nombre de Finlandais qui s'expatriaient avait été très faible jusqu'en 1880 : un millier par an au plus. Il s'est beaucoup accru entre 1880 et 1890, pour atteindre entre 1893 et 1909 des chiffres annuels qui, bien que très variables, oscillaient entre 10 et 20.000. Le total, durant cette période, a été de 119.919 hommes et de 67.963 femmes. C'est de la côte d'Ostrobotnie et particulièrement des gouvernements d'Uléaborg et de Vasa, comme on peut le voir sur le cartogramme 6 de la feuille 28, que part surtout le mouvement, et c'est vers les Etats-Unis qu'il se porte. C'est, malheureusement pour le pays, une population pour les trois quarts agricole qui l'abandonne.

C'est dans le volume II du texte qu'on trouve des données anthropologiques, avec cartes, sur la population de la Finlande ; elles sont dues au Dr F. W. Westerlund. Les Finnois constituent 87 °/o de la population et les Suédois à peine 13 °/o. Ces derniers habitent surtout Aland et l'archipel du Sud-Ouest, et quelques parties des côtes des golfes de Botnie et de Finlande. Tout le reste du pays est occupé par les Finnois qui appartiennent à la race finno-ougrienne, et sont apparentés aux Esthoniens et aux Lives des provinces baltiques de la Russie, et aussi aux tribus de la Volga et de l'Oural.

Nous pouvons rapprocher de ces notions la carte n° 46 relative à la distribution des langues, qui s'y rattache directement, comme correspondant à la répartition et à l'influence des races. La langue finnoise est celle de l'immense majorité du pays ; la langue suédoise n'est parlée que sur des parties de la bordure côtière. Les habitants usant de la première étaient, en 1900, de 2.352.990 ; de la seconde se servaient 349.733 individus. Dans sa notice sur la répartition des langues, le Dr Ralf Saxén montre les difficultés qu'il y a à établir une statistique linguistique exacte, mais il ressort de son étude que la population finnoise s'avance peu à peu vers la côte, à travers la zone d'expansion antérieure des Suédois ; cette pénétration dure déjà depuis longtemps, et les noms de lieu montrent que les Suédois ont habité autrefois bien plus loin dans l'intérieur qu'aujourd'hui. L'étude des mouvements des deux populations sur le sol finlandais est d'autant plus intéressante qu'elle est susceptible d'éclairer la question très discutée de savoir laquelle des deux nationalités peut prétendre au titre de premier

occupant. A côté des Finnois et des Suédois, les habitants de langue russe comptaient, en 1900, pour 5.939 et ceux de langue allemande pour 1.925. Enfin, il faut ajouter tout au Nord les Lapons, fort bien décrits par le Professeur J. E. Rosberg, en qui on avait voulu voir jadis les premiers habitants de la Finlande et qui étaient seulement 1.515, en 1910; puis, répandus un peu partout, les Tsiganes, population énigmatique et vagabonde, que M. Arthur Thesleff, dans sa notice, estime n'être pas moindre de 1.551.

Une statistique nosographique très détaillée fait connaître l'état sanitaire de la population, et il serait intéressant de rechercher quelle connexion il peut avoir avec les races. Des cartes (n° 29) montrent la diffusion de certaines infirmités et maladies : cécité, surdi-mutité, aliénation mentale, syphilis, avec des comparaisons dans deux périodes successives. Il est à remarquer que, pour les infirmités naturelles, les régions montagneuses du nord sont loin d'être favorisées. D'autres maladies sont en outre envisagées dans la notice du Dr R. Sievers. La carte n° 30 montre la répartition de la mortalité générale de 1898 à 1907 et celle de la mortalité par phtisie pulmonaire qui cause de grands ravages en Finlande (voir la notice du Dr A. Palmberg). On peut remarquer que cette maladie frappe moins fortement le plateau lacustre, que l'on pourrait croire plus malsain, et est répandue sur la côte d'Ostrobotnie.

De nombreuses feuilles de l'Atlas contenant des cartes et des graphiques sont relatives ensuite à la vie économique du pays. Il ne nous est possible d'en donner ici qu'un aperçu très rapide tant ces feuilles de statistique contiennent de faits et pourraient suggérer d'observations. La plus grande partie des notices du tome II du texte leur correspondent.

Nous y trouvons la répartition de la population agricole, dominante en Finlande; nous voyons la distribution des chevaux, vaches, porcs. Les cartes figurant les terres labourables, les prairies naturelles, les forêts, pourraient se superposer, car elles sont respectivement complémentaires. Les cartes nous font connaître l'emplacement des grandes et petites exploitations, des terres de l'État et des sociétés anonymes, les genres d'habitations rurales.

Pour l'industrie, l'Atlas fournit de même des statistiques aussi précises que détaillées. Nous y trouvons figurés par des ronds de couleur le degré de développement et la distribution pour 1907 des industries les plus importantes : scieries, industries métallurgiques, du papier, textiles, chimiques, de l'alimentation, etc.

La situation du commerce extérieur et de la navigation nous est montrée par des graphiques très saisissants, dont la seule description fournirait matière à une longue étude. Nous y constatons le progrès considérable du commerce, tant d'importation que d'exportation, de 1856 à 1908, et nous voyons comment il se répartit dans les rapports avec les divers pays. Il est à noter que les importations allemandes se sont accrues dans une forte proportion. Importations et exportations sont envisagées ensuite d'après la nature des marchandises. Les importations qui dominent sont les céréales et les tissus. Comme exportation, les produits d'origine forestière l'emportent sur tous les autres dans des proportions considérables : 116 millions de marcs en 1906, contre 38 millions pour le produit venant aussitôt après, le beurre. Les produits des sciages sont principalement dirigés vers la Grande-Bretagne, la France et l'Allemagne.

La carte des phares (n° 40), à laquelle il faut joindre la notice de M. Ernst Fr. Andersin, mérite une mention spéciale. Les eaux finlandaises sont particulièrement difficiles à connaître et à pratiquer, car ce sont des mers qui présentent une succession variée de fonds hauts et bas, tout comme dans ce pays la terre ferme offre une succession de hauteurs et de vallées. Il importait donc de bien connaître les chenaux de navigation et d'ériger tous les signaux nécessaires pour guider les marins. La carte montre quelle est l'étendue des levés hydrographiques qui ont été effectués par l'administration finlandaise et par l'administration russe. Puis elle donne l'emplacement de tous les phares existant dans les golfes de Botnie et de Finlande, soit finlandais, soit russes ou suédois, avec le signalement de leur nature et de leur portée. On y trouve aussi marqués les phares sous garde permanente existant dans les plus grands lacs, qui sont comme des mers intérieures.

Les voies de communication, à l'intérieur, sont nombreuses (carte n° 41). Le professeur E. G. Palmén en fait l'historique et la description. La Finlande possède des voies fluviales comme il n'en existe dans aucune autre partie de l'Europe; mais il a fallu prendre de nombreuses mesures pour relier les lacs et les cours d'eau entre eux et avec la mer. Les routes ont beaucoup progressé à partir du XVIIe siècle et, au début du XIXe, il y en avait déjà près de 10.000 kilomètres. Au moment où a paru l'Atlas, on évaluait l'étendue des grandes routes à 27.300 kilomètres et celle des chemins vicinaux à 16.560. Sur le plateau lacustre, les routes suivent souvent, comme les cours d'eau et les lacs, la direction NW-SE. La première ligne de chemin de fer fut ouverte en 1862. A la fin de 1908, la longueur de kilomètres de voie ferree

exploitée était de 3.139. La carte n° 42 donne le tracé des lignes télégraphiques et téléphoniques : 6.540 kilomètres pour les premières, 94.000 pour les secondes.

Les institutions de protection et de sauvegarde économique devaient trouver leur place dans une étude sur le développement de la civilisation d'un peuple, et l'Atlas donne la statistique figurée de tout ce qui a trait aux caisses d'épargne, au mouvement coopératif, aux assurances. C'est encore d'une façon parlante que le jeu des couleurs nous instruit dans une série de cartes.

La géographie politique est étudiée dans des cartes (n° 47) qui nous donnent les frontières du pays aux différentes époques de son histoire, les divisions administratives, ecclésiastiques, judiciaires, la répartition des partis à la Diète (en 1909); on y remarque un parti finnois et un parti suédois. La carte n° 48 indique la répartition des écoles. Leur nombre, très élevé dans le sud et le sud-ouest, se maintient encore dans une bonne moyenne jusqu'à la ligne d'eau de l'Uléa, mais au-dessus elles sont extrêmement raréfiées. Dans les pays de race suédoise, se trouvent des écoles de même langue.

Après avoir envisagé les progrès de la civilisation aux temps modernes, les auteurs de l'Atlas, remontant en arrière, ont consacré d'assez longs développements à l'étude des époques préhistoriques et ont appuyé sur trois cartes les importantes notices du texte.

Il est très remarquable que les trouvailles de vestiges de l'âge de pierre (carte n° 49) sont en correspondance assez notable avec la densité actuelle de la population (carte n° 25), de telle sorte que ce sont beaucoup des régions les plus habitées aujourd'hui qui l'étaient déjà à cette époque reculée. Le plateau lacustre paraît cependant avoir été un peu plus faiblement occupé à l'âge de la pierre qu'il ne l'est de nos jours. D'une façon générale, l'extension des trouvailles de bronze montre que les principales régions de l'âge ainsi dénommé coïncident en général avec celles de l'âge de la pierre.

Enfin, l'Atlas de Finlande se termine par une série de cartes, très intéressantes au point de vue de la géographie humaine et des progrès de la civilisation : ce sont celles où sont reproduits à la même échelle, 1 : 30.000, les plans des trente-huit principales villes de Finlande. La plus grande est la capitale, Helsingfors, avec 137.346 habitants, en 1908; ensuite vient Abo, avec 48.089. La moins peuplée de ces trente-huit villes est Nadendal (903 habitants). Le professeur Kustavi Grotenfelt a retracé l'origine et l'histoire des villes finlandaises aux différentes époques. Les plus anciennes, comme celles du nord en général, doivent leur origine au commerce; avant l'introduction du christianisme, il y avait déjà des places de commerce en Finlande. La première ville proprement dite fut Abo, mentionnée par l'histoire en 1198, date à laquelle elle fut dévastée par les Russes. Cinq autres villes se formèrent au moyen âge dans la Finlande suédoise, Ulfsby, Viborg, Borga, Raumo et Nadendal, et une dans la Carélie russe, Keksholm. Puis, à côté de ces véritables villes se créèrent des ports ou marchés, où les marchands, à certaines époques de l'année, venaient faire des échanges avec les habitants des alentours, mais qui n'avaient pas de population fixe; tel fut par exemple Tornea en Vestrobotnie.

Ce fut seulement depuis Gustave Vasa que le gouvernement intervint pour diriger, dans un sens déterminé, le développement du commerce et des villes. Sur la longue étendue de côtes entre Abo et Viborg, il n'existait pas de port convenable qui pût servir d'entrepôt pour le commerce russe. Alors, furent fondées les villes d'Ekenäs, en 1546, puis d'Helsingfors en 1550. Le fils de Gustave Vasa, Charles IX, à son tour, fit construire des villes en Ostrobotnie, où jusque-là il n'y avait eu que des ports; ce furent Uléaborg en 1605 et, en 1606, Mustasaari, qui reçut en 1611 le nom de Vasa. Le gouvernement général de Per Brahe fut marqué ensuite par un grand développement des villes de Finlande; mais ce mouvement de fondation de villes, qui correspond à la première moitié du XVIIe siècle, fut suivi d'une stagnation qui dura près d'un siècle.

Ce furent ensuite les grandes inventions de la première moitié du XIXe siècle, bateaux à vapeur et chemins de fer, qui, en favorisant les communications et le commerce, marquèrent le point de départ d'une nouvelle période de développement des villes et amenèrent la création de centres industriels.

III

Si rapide qu'ait été cet exposé, il suffira peut-être à donner une idée de l'étendue et de la variété des sujets d'étude qu'embrassent l'Atlas de Finlande et les deux volumes de texte qui lui servent d'annexe. La Société de Géographie de Finlande a donné un remarquable exemple de la façon dont doit être comprise l'étude géographique d'un pays. C'est de ses conditions physiques que découlent nécessairement le développement et les caractères de ses habitants. Il n'y a pas de géographie physique sans géographie humaine et l'on ne saurait étudier l'une sans l'autre; ce sont deux points de vue qui se tiennent si intimement qu'ils sont inséparables.

L'œuvre géographique entreprise d'après ce principe par la Société finlandaise a été conduite par elle avec une méthode si parfaite et elle représente une telle somme de travaux érudits et de recherches patientes qu'elle peut être proposée comme un modèle pour des ouvrages du même genre que d'autres pays entreprendraient.

Gustave Regelsperger.

REVUE D'AÉROTECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

Pendant longtemps, les travaux d'Aérotechnique ont été l'œuvre de chercheurs isolés, ne disposant, en général, que de moyens d'investigation peu précis, créés à grand'peine par chacun d'eux et disparaissant trop souvent avec eux. Les périodiques spéciaux étaient rares et peu répandus, les résultats des recherches étaient épars dans des publications variées et restaient peu connus. Cette œuvre a été féconde au point de vue pratique; mais, il y a seulement un petit nombre d'années, les renseignements numériques précis faisaient presque complètement défaut. Dans ces derniers temps ont été créés des Laboratoires spéciaux, où l'on a établi à demeure fixe des dispositifs de mesures durables. De nombreux travaux sortent de ces Laboratoires, des publications spéciales ont été fondées, des chaires créées, l'Aérotechnique se constitue en science où la documentation est déjà abondante.

En France, les Laboratoires militaires d'Aéronautique continuent l'œuvre magnifique du colonel Ch. Renard[1]. M. Eiffel, après avoir pendant plusieurs années effectué de belles expériences par la difficile méthode de la chute libre[2], a installé au Champ-de-Mars d'abord, puis à Auteuil, un admirable dispositif de mesures par courant d'air, avec lequel il a effectué de très nombreuses expériences et constitué le plus bel ensemble de résultats qu'on possède actuellement[3]. C'est aussi par la méthode du courant d'air qu'ont expérimenté M. Rateau[4] et M. Lafay[5]. Le duc de Guiche emploie une méthode de mesures très élégante, qui consiste à enregistrer photographiquement les pressions et dépressions existant au même instant aux différents points de surfaces ou autres objets portés par une automobile-laboratoire[1]. A l'Institut aérotechnique de l'Université de Paris, fondé par M. H. Deutsch de la Meurthe, on emploie concurremment les méthodes des chariots dynamométriques, du manège, du courant d'air et des mesures en plein vol[2].

En Russie, M. Riabouchinsky[3] poursuit depuis longtemps déjà en son Laboratoire de Koutchino des expériences très variées, en particulier sur les surfaces et les hélices, par la méthode du courant d'air. Des recherches aérodynamiques sont effectuées dans plusieurs autres Laboratoires, en particulier à l'Université de Moscou sous la direction du professeur Joukowsky.

En Allemagne, le Laboratoire de Göttingen, dirigé par le professeur Prandtl, applique aussi depuis plusieurs années la méthode du courant d'air[4]. Un autre grand Laboratoire a été fondé plus récemment à Aldershof, sous la direction de F. Bendemann (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt); on s'y est surtout occupé jusqu'ici des groupes motopropulseurs[5]. Il a été fait à Francfort de très intéressantes mesures sur les hélices par la méthode du chariot dynamométrique[6]. Citons encore, parmi les Laboratoires Aérodynamiques plus récents, celui de la Technische Hochschule de Berlin (dirigé par le major von Parseval) et, en Autriche, celui de la Technische Hochshule de Vienne (W. von Doblhoff).

En Italie, le Laboratoire d'Aéronautique militaire, à Rome, dirigé par le capitaine Crocco, a

[1] Les travaux de ces Laboratoires ne sont généralement pas publiés. Parmi les publications faites, je citerai : Commandant Dorand : Etudes sur les hélices au chariot dynamométrique. *Technique aéronautique*, 1er sem. 1900, p. 137; 1er sem. 1913, p. 321; 2e sem. 1913, p. 193. — Mesures sur aéroplanes en vol. *Ibid.*, 2e sem. 1911, p. 249. — Capitaine Olive : Expériences sur aéroplanes parcourant un câble aérien. *Génie civil*, t. LIX, 1911, p. 120 et 309.

[2] G. Eiffel : *Recherches expérimentales sur la Résistance de l'air exécutées à la Tour Eiffel*. Paris, L. Maretheux, 1907.

[3] G. Eiffel : *La Résistance de l'air et l'Aviation*. Paris, Dunod et Pinat, 1911. L'ensemble des résultats obtenus par M. Eiffel depuis cette publication va paraître très prochainement.

[4] A. Rateau : *Bulletin de l'Assoc. technique maritime*, n° 20, Session de 1909. — Voir un exposé des travaux de M. Rateau par R. Chassériaud : *Technique aéronautique*, 2e sem. 1912, p. 52, 78 et 160.

[5] Commandant Lafay : *Technique Moderne*, décembre 1911 et mai 1914; *Revue de Mécanique*, mai 1912.

[1] A. de Gramont, duc de Guiche : *Essais d'aérodynamique*. Paris, Hachette, 1911-12-13.

[2] *Bulletin de l'Institut aérotechnique*, Dunod et Pinat, 1911-12-13. V. *Revue générale des Sciences*, 30 mars 1913. — *Technique aéronautique*, 1er sem. 1914, p. 129, 161 et 193.

[3] D. Riabouchinsky : *Bull. de l'Institut aérodynamique de Koutchino*, trois fasc. Librairie Aéronautique, 1906-1909; 4e fasc. Kouchnéreff à Moscou, et Paris, Gauthier-Villars, 1912.

[4] Mitteilungen aus der Göttingen Modellversuchsanstalt, dans : *Zeits. f. Flugt. und Mot.*, passim, depuis 1910.

[5] *Zeits. des Vereines deutscher Ingenieure*, 1912, p. 1845. — *Zeits. f. Flugt. und Mot.*, passim, 1913.

[6] P. Bejeuhr : *Zeits. f. Flugt. und Mot.*, 1910, p. 237; 1911, p. 98, 112, 128, 141. — *Der Luftschrauben-Wettbewerb*. Julius Springer, Berlin, 1910.

publié d'importants travaux d'Aérodynamique et d'Hydrodynamique, dus surtout aux capitaines Crocco et Costanzi [1] et portant sur les surfaces, les hélices, la stabilité. Les expériences aérodynamiques sont faites par la méthode du courant d'air, celles d'hydrodynamique dans un bassin d'essais le long duquel se déplace un chariot supportant les objets à étudier.

En Angleterre, les recherches relatives à l'Aéronautique sont dirigées par un Comité que préside lord Rayleigh; elles sont effectuées surtout au National Physical Laboratory, à Teddington, près de Londres, par la méthode du courant d'air et celle du manège (pour les hélices), mais le Comité coordonne, avec ces travaux, ceux d'autres établissements civils et militaires, en particulier de la Royal Aircraft Manufactory, et réunit chaque année les résultats obtenus en une publication du plus haut intérêt [2]. En Amérique, le Laboratoire Aérodynamique Langley est dirigé par A. F. Zahm.

Les travaux n'ont pas toujours été effectués d'une manière bien systématique. On en peut donner deux raisons : d'abord, on a souvent dû, pendant ces années où l'Aviation naissait et se développait, aller au plus pressé et répondre aussi vite que possible aux questions posées par la pratique, au lieu d'aborder des questions d'un intérêt plus scientifique et plus général. D'ailleurs, on est encore loin d'être fixé sur le degré de précision des différentes méthodes de mesure; chaque Laboratoire, outillé pour un certain genre de mesures, en a tiré les renseignements que ce genre de mesures comportait, sans généralement pouvoir trop s'attacher à la valeur absolue des résultats; ce ne sera que par des comparaisons longues et délicates entre les résultats obtenus par les différentes méthodes qu'on arrivera à serrer de près les problèmes généraux les plus importants.

Je passerai en revue, dans cet article, les lois générales et quelques questions parmi les plus caractéristiques des recherches expérimentales récentes.

I. — Les lois générales.

On applique d'ordinaire en Aérodynamique les lois suivantes : l'action de l'air sur un objet en mouvement par rapport à lui est proportionnelle au carré de la vitesse relative et à la densité de l'air; de plus l'action sur une série d'objets semblables et semblablement placés par rapport à la vitesse relative est proportionnelle au carré des dimensions linéaires, ou, si on veut, à une surface reliée géométriquement à l'objet. On a ainsi comme expression de cette action :

$$F = k\rho SV^2, \tag{1}$$

où k est un coefficient dépendant de la forme de l'objet et de son orientation par rapport à la vitesse relative.

Le coefficient k n'est déterminé que pour un objet déterminé lui-même dans son ensemble et isolé dans l'air; si on approche d'autres objets du premier, l'action de l'air sur celui-ci est modifiée. Le genre de calculs consistant à appliquer une expression de la forme (1) à une surface élémentaire et à calculer l'action de l'air sur un objet par une intégration (en tenant compte de la variation de k avec l'orientation) n'est donc en principe pas justifié, et les formules obtenues par ce procédé ne doivent être employées qu'à titre d'indication, et soumises au contrôle de l'expérience.

Une grosse besogne expérimentale consiste ainsi à déterminer le coefficient k pour les formes d'objet qu'on a à envisager et à étudier la variation de ce coefficient avec l'orientation de l'objet. Mais suffit-il d'opérer dans un air quelconque, à une vitesse quelconque, avec un modèle de dimensions quelconques de l'objet envisagé; autrement dit, les trois lois énoncées sont-elles assez précises pour que le coefficient k puisse être considéré comme constant?

La proportionnalité de l'action de l'air à sa densité ne paraît pas avoir fait l'objet de recherches systématiques. Mais les innombrables mesures faites dans les divers Laboratoires ont été l'objet de corrections basées sur cette proportionnalité, et aucune divergence systématique n'est apparue de ce fait, bien que la densité de l'air ait varié dans ces mesures jusqu'à 12 ou 15 %. On peut donc considérer cette proportionnalité comme suffisamment rigoureuse dans les conditions ordinaires. On rapporte habituellement l'action de l'air à une densité déterminée (15° et 760 millimètres), et on écrit (1) sous la forme :

$$F = KSV^2.$$

Mais l'état de mouvement de l'air peut intervenir dans la valeur de la force mise en jeu, comme nous allons le voir en examinant la variation de K avec la vitesse.

Lorsqu'on étudie l'action de l'air sur un objet à différentes vitesses, parfois on trouve un coefficient $K = \frac{F}{SV^2}$ sensiblement constant, par exemple dans le cas de plaques normales au courant d'air, mais parfois aussi on observe une variation plus ou moins forte de K. Par exemple, pour des sphères

[1] *Rendiconti delle esperienze e degli studi eseguiti nello Stabilimento Aeronautico del Genio.* Roma, Salviucci, 1 vol. chaque année depuis 1911.

[2] *Technical Report of the Advisory Committee for Aeronautics*, années 1909-10, 1910-11, 1911-12, 1912-13; London, Darling and Son.

(Eiffel, Maurain, Prandtl, Wieselsberger), K diminue, quand la vitesse croît, depuis des valeurs voisines de 0,03 jusqu'à environ 0,012 (unités kg./m./sec.), valeur qui reste à peu près constante, ou plutôt légèrement croissante aux grandes vitesses (au-dessus de 16 m./sec. par exemple pour une sphère de 8 centimètres de rayon). Costanzi avait trouvé le même phénomène dans l'action de l'eau sur les sphères, et, opérant jusqu'à des vitesses très faibles, il a pu manifester pour chaque sphère deux régimes hydrodynamiques correspondant chacun à une valeur sensiblement constante de K, la plus grande valeur se rapportant aux petites vitesses, avec une zone de transition plus ou moins large. Dans l'air, le premier régime ne paraît avoir été observé aussi nettement que dans les expériences de Wieselsberger. Mais Wieselsberger a observé de plus, sur la suggestion de Prandtl, des faits très intéressants : si une sphère est étudiée d'abord dans un courant d'air régulier, puis dans un courant qu'on a rendu turbulent par l'interposition d'un réseau peu avant la sphère, la variation de K présente dans chaque cas à peu près la même allure, mais les valeurs de K obtenues dans le courant régulier sont plus grandes que celles obtenues dans le courant turbulent; de plus, la période de décroissance rapide est localisée dans un intervalle de vitesses plus réduit et correspondant à des valeurs plus grandes de la vitesse. Les phénomènes observés par M. Eiffel et à Saint-Cyr correspondraient au cas du mouvement turbulent. Ces variations paraissent liées à la plus ou moins grande ampleur de la région intéressée par les remous autour de la sphère.

Des phénomènes du même genre se produisent pour des ellipsoïdes de révolution allongés, mais d'une part la variation de K devient plus continue que pour la sphère, et, d'autre part, les deux courbes de K en fonction de V, obtenues l'une en mouvement régulier, l'autre en mouvement turbulent, se rapprochent. La différence subsiste, mais très atténuée, pour des formes allongées analogues à celles des ballons dirigeables, et la variation de K devient continue (exemples : Eiffel, variation de 0,0090 à 0,0065 aux vitesses de 5 à 15 m./sec.; Costanzi, de 0,011 à 0,006 aux vitesses de 5 à 33 m./sec.; Fuhrmann, variations analogues; S est ici la section maximum perpendiculaire à la vitesse).

On a aussi observé des variations de K à peu près continues pour des fils cylindriques de quelques millimètres ou quelques centimètres de diamètre perpendiculaires à la vitesse relative (Föppl, à Göttingen, Melvill Jones, à Teddington). K diminue, quand la vitesse croît, depuis 0,08 jusqu'à 0,056 environ, valeur qui paraît se maintenir sensiblement constante aux grandes vitesses, ou plutôt légèrement croissante, comme pour les sphères (S est ici le produit de la longueur du fil par son diamètre).

Ainsi il y a sûrement, au moins dans certains cas, une variation du régime aérodynamique, plus ou moins étalée, et pouvant dépendre de l'état de mouvement de l'air.

D'ailleurs le coefficient K n'est pas rigoureusement constant pour différents objets géométriquement semblables. Par exemple, pour des plaques carrées exposées normalement au vent relatif, K croît avec les dimensions de la plaque depuis 0,065 pour une plaque de $0^m,10$ de côté jusqu'à 0,08 pour des plaques de quelques mètres carrés (Eiffel, Stanton). Les valeurs trouvées à Saint-Cyr sur de grandes surfaces d'aviation étudiées à différentes inclinaisons par la méthode du chariot dynamométrique sont un peu plus fortes que celles obtenues au Laboratoire Eiffel sur des modèles au 1/10 de ces surfaces. Naturellement, dans les cas où la loi du carré de la vitesse ne s'applique pas, il y aurait à préciser les conditions de vitesse dans lesquelles les expériences ont été faites. Les exemples précédents se rapportent à des cas dans lesquels la loi du carré de la vitesse paraît s'appliquer pour les vitesses des expériences.

Il résulte de ce qui précède qu'il convient de se préoccuper des conditions de vitesse, de dimensions et d'état de l'air dans lesquelles on effectue des mesures aérodynamiques, et de procéder à de nombreuses recherches dans lesquelles la vitesse et les dimensions d'objets semblables varient aussi largement que possible. Des recherches de ce genre permettront sans doute rapidement de savoir dans quels domaines et avec quel degré de précision on peut appliquer les lois dites de similitude qui ont été proposées pour l'expérimentation sur de petits modèles.

On aurait une loi de similitude applicable aux expériences sur petits modèles si le coefficient K était fonction d'une expression x fonction elle-même de la vitesse V et d'une dimension L de l'objet :

$$K = f(x).$$

On s'arrangerait alors de manière que, dans les expériences sur le modèle réduit, x ait la même valeur que dans les conditions correspondant à l'emploi pratique de l'objet réel.

La méthode du changement d'unités conduit pour x à différentes expressions qui dépendent des hypothèses faites[1], mais les hypothèses que l'on peut faire pour arriver à des formules acceptables n'étant pas conformes à la réalité, il y a à examiner

[1] E. Jouguet : *Revue de Mécanique*, 31 janvier 1913, p. 9.

si l'expérience justifie l'emploi des expressions obtenues.

Si on suppose le fluide incompressible, non pesant et non visqueux, on retrouve pour l'action de l'air l'expression (1), k étant une constante.

Si on suppose le fluide pesant, mais incompressible et non visqueux, on trouve

$$k = \frac{V^2}{L};$$

l'expérience sur le petit modèle devrait être faite à une vitesse qui serait à la vitesse réelle d'utilisation dans le rapport des racines carrées des dimensions homologues. Ce sont ces conditions qu'on utilise pour les essais de la Marine (loi de Froude). En Aérodynamique, on n'a pas rencontré de conditions expérimentales dans lesquelles k pût être considéré comme fonction de $\frac{V^2}{L}$. Il y aurait peut-être à essayer cette loi de similitude dans l'étude des modèles de ballons dirigeables; mais une partie importante de la résistance globale de l'air est due alors au frottement de l'air sur la surface, qui dépend d'une puissance de la vitesse inférieure à 2. Il conviendrait donc, dans ces expériences, de mesurer la résistance proprement dite, abstraction faite du frottement, par exemple par la méthode consistant à mesurer les pressions aux différents points de la surface.

Si on suppose le fluide visqueux, mais incompressible et non pesant, on tombe sur la loi de similitude d'Osborne Reynolds : k serait fonction de l'expression $\frac{VL}{\nu}$, ν étant le coefficient de viscosité; le modèle au 1/10 par exemple devrait être étudié à une vitesse dix fois plus grande que la vitesse usuelle de l'objet réel, pour qu'on obtienne la valeur convenable de k. Sur ce point, l'expérience a donné des résultats intéressants. Nous venons de voir que le coefficient k varie d'une manière complexe avec la vitesse pour les sphères et les cylindres; mais, si on cherche à représenter k en fonction du produit VR, on constate que les points relatifs aux différentes sphères (ou aux cylindres) qui étaient épars en fonction de V se rassemblent approximativement sur une même courbe en fonction de VR, courbe qui devient une droite horizontale, ou plutôt légèrement croissante, pour les grandes valeurs du produit VR. Il semble ainsi que, pour les faibles valeurs de VR, la loi de similitude correspondant à

$$k = f\left(\frac{VL}{\nu}\right)$$

présente un intérêt très réel. De plus, dans la comparaison des résultats obtenus pour les sphères dans l'air et dans l'eau, le coefficient de viscosité joue bien le rôle indiqué par cette loi.

L'hypothèse d'un fluide compressible sans poids ni viscosité conduit à cette conséquence que k serait fonction de V : l'expérience sur le petit modèle devrait être faite, pour donner la valeur correcte de k, à la même vitesse que celle de l'objet réel. La compressibilité intervient surtout aux grandes vitesses; il semble donc que, dans l'étude par petits modèles d'objets animés d'une grande vitesse, c'est cette dernière condition qu'on doive chercher à réaliser.

En résumé, l'expérience montre que les lois générales représentées par la formule

$$F = k\rho S V^2$$

ne sont pas toujours applicables. Mais on peut en général les appliquer avec une approximation suffisante lorsqu'il s'agit d'un domaine restreint dans lequel il ne se produit pas de changement de régime aérodynamique. D'ailleurs il convient de remarquer, en ce qui concerne la méthode des petits modèles, que, si les valeurs absolues des actions mesurées ont probablement en général à subir une certaine correction pour être appliquées aux objets réels, les résultats n'en sont pas moins très précieux au point de vue comparatif. En fait, cette méthode a rendu les plus grands services en fournissant très vite une multitude de données importantes, qu'il eût été pratiquement impossible d'obtenir d'autre manière.

II. — Détermination des coefficients K.

C'est surtout par la méthode du courant d'air qu'on a déterminé les coefficients K relatifs aux différentes formes d'objets et étudié leur variation avec l'orientation par rapport au mouvement relatif. Il est naturellement impossible d'entrer ici dans le détail des résultats obtenus. J'en citerai seulement quelques-uns pour montrer le genre des problèmes traités.

1. *Surfaces planes rectangulaires.* — Soit une surface plane rectangulaire exposée au vent relatif de manière que deux de ses côtés soient perpendiculaires au vent, et faisant avec le vent un angle i. Pour les faibles valeurs de i (au-dessous de 15° environ, c'est-à-dire aux angles intéressant l'aviation), l'action de l'air croît à peu près proportionnellement à i, et, pour une valeur donnée de i, cette action est d'autant plus grande, pour une série de rectangles de même aire, que l'allongement du rectangle dans la direction perpendiculaire au vent est plus grand : de là la forme allongée transversalement donnée aux voilures des aéroplanes. Pour les valeurs plus grandes de i, la va-

riation de l'action de l'air avec i a une allure qui dépend de l'allongement du rectangle et qu'il paraît impossible de représenter par une formule assez simple pour être employable. Le centre de l'action de l'air sur la plaque se rapproche constamment du bord d'attaque à mesure que i diminue.

2. *Surfaces à profil courbe.* — Elles présentent au point de vue de l'aviation l'intérêt que, aux incidences pratiques, le rapport de la composante de l'action de l'air perpendiculaire au vent relatif (sustentation) à la composante parallèle au vent (résistance à l'avancement) peut être plus grand que pour une surface plane. C'est pourquoi on adopte des profils courbes pour les voilures d'aéroplanes. Pour les profils avantageux à ce point de vue, le centre de poussée ne se rapproche plus du bord d'attaque à mesure que i diminue; il rétrograde vers l'arrière à partir d'une certaine valeur de i supérieure aux angles habituels d'aviation, de telle sorte qu'aux inclinaisons utiles le déplacement du centre de poussée est dans le sens opposé à celui qui favoriserait la stabilité longitudinale de l'aéroplane. On corrige d'ordinaire ce défaut par un empennage éloigné de la voilure principale, et choisi (surface et inclinaison) de manière que, pour l'ensemble, le déplacement du centre de poussée soit faible et dans le sens favorable à la stabilité.

Pour toutes les surfaces, planes ou courbes, c'est, aux faibles angles, la dépression sur la partie supérieure qui joue le principal rôle dans l'action totale de l'air; elle est en général de 65 à 80 °/₀ de l'action totale. Il résulte en particulier de là que, dans le choix d'un profil, c'est la partie supérieure du profil qui importe surtout.

3. *Corps ronds et formes fuselées.* — On a maintenant de très nombreux résultats relatifs à ces formes, pour lesquelles, comme on sait, la résistance de l'air peut être très réduite; par exemple, une forme fuselée du genre de celles des ballons dirigeables peut avoir une résistance à l'avancement 8 à 10 fois plus faible que celle d'un plan mince ayant la surface de la plus grande section de la forme fuselée (section perpendiculaire à la vitesse). Il y a lieu, comme nous l'avons vu, d'être particulièrement prudent, ici, dans l'application des résultats obtenus sur de petits modèles.

4. *Deux surfaces superposées.* — Elles se gênent mutuellement, et la sustentation qu'on obtient en aviation avec une voilure biplane est un peu plus faible que la somme de celles qu'on obtiendrait avec chacune des deux surfaces isolées. Cette réduction diminue assez lentement à partir d'une distance des surfaces égale à environ 1,3 fois leur profondeur dans le lit du vent. Elle est plus faible quand la surface supérieure est décalée par l'avant. La réduction moyenne aux angles d'aviation est alors d'environ 15 à 20 °/₀.

III. — Technique de l'aéroplane.

On peut étudier numériquement l'action de l'air sur un aéroplane par plusieurs procédés : par la méthode du courant d'air appliquée à de petits modèles (G. Eiffel, Göttingen, National Physical Laboratory de Teddington); par la méthode du chariot dynamométrique, consistant à déplacer l'aéroplane dans un air aussi calme que possible (Saint-Cyr); enfin par la méthode des mesures en plein vol, rendue très pratique par l'emploi d'appareils enregistreurs (J. Legrand; Cᵗ Dorand à Chalais-Meudon; A. Toussaint, G. Lepère et lieutenant Gouin à Saint-Cyr).

Ces méthodes permettent de connaître l'action de l'air en grandeur et en position, pour différentes inclinaisons de la voilure par rapport à la vitesse relative et aussi pour différentes positions du gouvernail de profondeur par rapport à la voilure principale. On peut alors résoudre divers problèmes : par exemple, calculer les conditions d'équilibre de l'aéroplane, construire la courbe métacentrique et en déduire les conditions de stabilité, déterminer les régimes possibles de montée et de descente. Il est regrettable que la plupart des constructeurs attachent peu d'importance aux renseignements précis qu'on peut ainsi obtenir; il n'est pas douteux qu'ils pourraient souvent, en utilisant ces renseignements, améliorer de manière rationnelle leurs appareils. En Angleterre et en Allemagne, l'attention avec laquelle ont été suivies les expériences de ce genre a été pour beaucoup dans les progrès très rapides de la construction, qui ont conduit l'aviation dans ces pays à rivaliser parfois heureusement avec la construction française, très supérieure au début.

Les données numériques obtenues, jointes à celles déduites de l'étude de l'action de l'air sur les différentes parties de l'aéroplane (voilure principale, équilibreur, propulseur), permettent maintenant de serrer de plus près la réalité dans la théorie de l'aéroplane[1].

[1] R. Soreau : Etat actuel et avenir de l'Aviation. *Mém. de la Soc. des Ingénieurs civils de France*, juillet 1908. — M. Brillouin : Stabilité des aéroplanes, Surface métacentrique. *Revue de Mécanique*, 1909. — P. Painlevé : Cours de Mécanique de l'Ecole Polytechnique, 1908-1909. — P. Painlevé, E. Borel et Ch. Maurain : *L'Aviation*, 6ᵉ édit. F. Alcan, 1913. — L. Marchis : *Cours d'Aéronautique professé à la Faculté des Sciences de Paris*, en 3 parties. Dunod et Pinat, 1910-12. — G. de Bothezat : *Stabilité de l'Aéroplane*. Dunod et Pinat, 1911. — F. W. Lanchester :

Dans un très intéressant mémoire où il applique la méthode des petits mouvements à un aéroplane supposé en régime normal dans un air peu agité, G. de Bothezat arrive à cette conclusion que l'aéroplane (supposé indéformable) peut être stable longitudinalement, mais est essentiellement instable latéralement. La stabilité est entendue ici au sens précis suivant: l'aéroplane est dit stable si, lorsqu'il est légèrement écarté de son régime normal, il tend à revenir de lui-même à ce régime. Avec cette conclusion s'accordent bien les résultats obtenus au National Physical Laboratory, par L. Bairstow et ses collaborateurs, en déterminant au courant d'air, pour un petit modèle de monoplan, tous les coefficients des équations de Bryan relatives à la stabilité[1].

Ces résultats sont à coup sûr d'un grand intérêt. Mais, au point de vue pratique, le problème n'est pas seulement de réaliser la stabilité en air calme, mais surtout de la réaliser en air agité. Les aéroplanes ne sont pas, pratiquement, des systèmes indéformables; le pilote intervient constamment, au moyen des gouvernes, pour rétablir l'équilibre troublé par les mouvements de l'atmosphère; et les conditions qu'il y a pratiquement à réaliser sont de proportionner l'efficacité des gouvernes à l'ampleur que peuvent prendre les perturbations sous l'action des mouvements violents de l'atmosphère, de manière que le pilote puisse toujours conserver la maîtrise de son appareil. Les méthodes de calcul basées sur le principe habituel des petits mouvements n'indiquent pas ce qui peut se passer lors des fortes perturbations atmosphériques. Aussi est-il très important de répandre l'excellent moyen d'information employé par Toussaint, Lepère et Gouin, à Saint-Cyr, et qui consiste à enregistrer sur les aéroplanes en vol les différents éléments utiles (vitesse relative, inclinaison de l'aéroplane, inclinaison de la trajectoire, mouvements des gouvernes, etc.).

Beaucoup de personnes préconisent des appareils dits *stabilisateurs automatiques*, destinés à effectuer, sous l'influence même des perturbations auxquelles est soumis l'aéroplane, les mouvements des gouvernes tels que devrait les commander un excellent pilote pour maintenir le régime normal. Il serait nécessaire, pour qu'on pût se prononcer sur les propriétés des appareils de ce genre, d'exécuter de minutieuses expériences au moyen d'enregistreurs[1].

Une école[2] cherche, au contraire, la sécurité de l'aviation dans la réalisation d'appareils extrêmement maniables dont le pilote puisse exécuter les mouvements les plus variés : piquages, cabrages, inclinaisons latérales, très prononcés, voire même retournement ou rotation complets ; dans ces conditions, d'après cette école, les mouvements insolites dus aux perturbations atmosphériques cessent d'être dangereux. Il peut en être ainsi, en effet, pour des appareils légers, mais en vol élevé seulement, car la plupart des évolutions précédentes comportent une certaine perte de hauteur; et, près du sol, par vent troublé fertile en remous, les appareils très légers paraissent, au contraire, moins sûrs que les autres.

IV. — Les hélices aériennes propulsives.

Les hélices aériennes ont été étudiées expérimentalement par Ch. Renard au point fixe, c'est-à-dire tournant dans un air calme sans y avancer; il a, comme on sait, formulé les lois suivantes : la traction θ d'une hélice est proportionnelle au carré de sa vitesse de rotation; pour des hélices semblables, elle est proportionnelle à la 4e puissance du diamètre d. On a ainsi, en désignant par n le nombre de tours par seconde et par α un coefficient constant, ne dépendant que de la forme de l'hélice,

$$\theta = \alpha n^2 d^4;$$

de même, le travail $\mathfrak{T}$ absorbé par seconde par l'hélice est représenté par

$$\mathfrak{T} = \beta n^3 d^5.$$

L'étude expérimentale des hélices en vitesse de translation n'a été abordée que récemment; des mesures déjà nombreuses ont été faites par diverses méthodes : 1° en faisant tourner de petites hélices fixes dans un courant d'air (Riabouchinsky, Eiffel, Crocco et Costanzi, Betz à Göttingen); 2° en plaçant l'hélice à l'extrémité du bras d'un manège qui peut recevoir sa vitesse à la fois de la traction de l'hélice et de l'action d'un moteur central; cette méthode a été appliquée au N. P. L. à de petites hélices par Bramwell, Hyde et Neal; elle est appliquée actuellement à Saint-Cyr sur des hélices ordinaires avec

Aerial Flight, 2 vols: *Aerodynamics*, *Aerodonetics*, Archibald Constable, London, 1908-9. — G.-H. Bryan : *Stability in Aviation*. Macmillan, London, 1911. — Cte Raibaud : *Technique de l'Aéroplane*. Doin, 1911. — J. Bordeaux : *Etude raisonnée de l'Aéroplane*. Gauthier-Villars, 1912. — Cte Duchêne : *Causeries techniques sur l'Aéroplane*. Lib. Aéronautique, 1913.

[1] *Technical Report of the adv. Committee for Aeronautics*, 1912-13, p. 180.

[1] V. sur la question de la stabilisation automatique des aéroplanes : Cte Dorand : *Technique Aéronautique*, 15 fév. 1912, p. 97. — A. Doutre : *id.*, 15 avril 1912, p. 225. — Toussaint et Lepère : *id.*, 1er juillet 1912, p. 1. — A. Sée : *id.*, 15 août 1913, p. 97. — R. Esnault-Pelterie : *Quelques renseignements pratiques sur l'Aviation*. Lib. Aéronautique, 1914.

[2] V. L. Blériot : *Soc. fr. de Navigation aérienne*, 30 oct. 1913. — *Technique aéronautique*, 1er déc. 1913, p. 327.

un manège de grandes dimensions ; 3° en utilisant la traction de l'hélice pour mettre en mouvement un chariot dynamométrique sur voie rectiligne (Cᵗ Dorand à Chalais-Meudon, Bejeuhr à Francfort, Institut Aérotechnique de Saint-Cyr) ; 4° enfin des mesures de traction ont été faites sur des aéroplanes en vol (J. Legrand, Cᵗ Dorand).

Ces expériences ont donné les résultats généraux suivants : pour une vitesse de rotation donnée, la traction décroît en général de manière continue à mesure que la vitesse relative V croît ; elle s'annule, puis devient négative, c'est-à-dire qu'alors l'hélice supporte une résistance à l'avancement de la part de l'air dans lequel elle est déplacée, au lieu de s'appuyer sur lui. Le travail absorbé par l'hélice (ou le moment du couple) ou bien décroît de manière continue à mesure que la vitesse de translation croît, ou bien commence par croître et décroît ensuite ; dans tous les cas, sa valeur diminue moins vite que celle de la traction, et n'est pas nulle à la vitesse pour laquelle la traction devient nulle. Le rendement, défini par le rapport $\frac{\theta V}{\mathfrak{T}}$, nul pour une vitesse nulle, croît d'abord avec la vitesse, passe par un maximum, puis décroît, en général assez vite, et s'annule pour la vitesse qui correspond à la traction nulle [1].

On a souvent employé comme variable, dans l'expression des propriétés des hélices en vitesse, le recul, c'est-à-dire la différence entre le pas de l'hélice et la longueur dont elle s'avance réellement pendant un tour ; mais les hélices usuelles diffèrent tellement des surfaces hélicoïdales que la définition géométrique du pas est difficile, d'autant plus que le pas d'une fraction d'une surface d'hélice, défini géométriquement par analogie avec celui d'une surface hélicoïdale, est en général variable le long de la pale. — On a proposé de définir le pas comme la longueur dont s'avance l'hélice par tour lorsqu'elle a une vitesse telle que sa traction soit nulle ; mais ce pas ne peut être connu que comme conséquence de mesures difficiles pour les hélices de dimensions ordinaires, et de plus, ainsi défini, il dépendrait un peu de la vitesse de rotation, si on envisage de larges variations de celle-ci. — Il est préférable de rapporter les phénomènes à la variable V/nd, c'est-à-dire au rapport de la vitesse de translation et de la vitesse périphérique, rapport qui fixe l'angle sous lequel les pales attaquent l'air.

Dans une première approximation, les coefficients des formules de Renard, appliquées telles quelles aux expériences en vitesse, peuvent être considérés, dans un domaine pas trop étendu de valeurs de n, comme fonctions de V/nd, de sorte que, en laissant en évidence les valeurs numériques α et β qui conviennent au point fixe, c'est-à-dire dans le cas particulier de $\frac{V}{nd} = 0$, on peut écrire

$$\theta = \alpha n^2 d^4 f\left(\frac{V}{nd}\right)$$

$$\mathfrak{T} = \beta n^3 d^5 \varphi\left(\frac{V}{nd}\right).$$

Le rendement est alors représenté par

$$\rho = \frac{V\theta}{\mathfrak{T}} = \frac{\alpha}{\beta}\frac{V}{nd}\frac{f\left(\frac{V}{nd}\right)}{\varphi\left(\frac{V}{nd}\right)} = \psi\left(\frac{V}{nd}\right).$$

En réalité, les coefficients α et β relatifs au point fixe ne sont pas rigoureusement constants, et les valeurs des rapports θ/n^2d^4 et $\mathfrak{T}/n^3d^5$ relatifs aux expériences en vitesse ne sont pas rigoureusement des fonctions de V/nd. Il faudra de nombreuses expériences pour préciser leurs variations ; les résultats obtenus jusqu'ici à ce point de vue sont très complexes et on n'en peut tirer d'indications générales. Ce qui paraît actuellement désirable, c'est de représenter le fonctionnement des hélices propulsives d'une manière simple, suffisamment approchée, et permettant de débrouiller l'influence de la forme des hélices sur leurs propriétés en vitesse ; il semble, à ce point de vue, que la représentation en fonction de V/nd des rapports entre les tractions (ou les puissances) en vitesse et au point fixe à la même vitesse de rotation conduise à des courbes caractéristiques mieux définies que la représentation de θ/n^2d^4 et $\mathfrak{T}/n^3d^5$. Il y aura, d'autre part, à préciser les variations des caractéristiques avec n, et à procéder à des comparaisons, telles que celles déjà faites par M. Eiffel et le Cᵗ Dorand, pour chercher jusqu'à quel point les formules précédentes s'appliquent à des hélices semblables de dimensions différentes.

Au point de vue pratique, il est important qu'on peut déterminer maintenant expérimentalement les caractéristiques des hélices non seulement au point fixe, mais en vitesse. On doit, pour un aéroplane et un moteur donnés, choisir une hélice telle que le V/nd du régime normal de l'aéroplane soit voisin du V/nd qui correspond au maximum de rendement de l'hélice. Le choix sera d'autant plus facile que les atlas de caractéristiques seront plus étendus, et pourra être conduit de manière rationnelle quand on connaîtra bien la variation des caractéristiques avec la forme de l'hélice, avec le pas, le nombre et la largeur des pales, etc. Il y a à se préoccuper de l'action du vent de l'hélice sur l'aéroplane, qui varie beaucoup avec la forme de celui-ci et la position de l'hélice ; ce sont surtout des mesures faites

[1] On pourra trouver un exemple de ces variations dans l'article déjà cité de la *Rev. gén. des Sciences*, 30 mars 1913, p. 222.

en vol au moyen d'appareils enregistreurs qui peuvent donner ces renseignements, en employant des hélices de caractéristiques connues.

L'étude théorique des hélices aériennes est très difficile par suite du manque de rigueur des méthodes d'intégration qu'on est conduit à employer. M. Drzewiecki a établi la plus ancienne, en partant de formules applicables à une surface plane mince [1]. M. Riabouchinsky a proposé, pour représenter les résultats de ses expériences sur les hélices propulsives [2], les formules suivantes (où H représente le pas de l'hélice :

$$\mathfrak{G} = \alpha n^2 d^4 \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2}\right)$$

$$\mathfrak{T} = \beta n^3 d^5 \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2}\right),$$

que M. Sée a retrouvées par des considérations théoriques [3]. Mais ces formules ne s'accordent avec les résultats expérimentaux que pour les faibles valeurs de V/n : la traction et le travail ne s'annulent pas pour la même valeur de V/n, comme elles le supposent ; elles donnent le rendement $V\mathfrak{G}/\mathfrak{T}$ comme proportionnel à V/nd, ce qui n'est exact que pour les faibles valeurs de V/nd, et ne rendent pas compte du maximum de rendement, auquel correspondent les conditions ordinaires d'emploi, ni de sa décroissance rapide au delà du maximum.

[1] S. Drzewiecki : *Assoc. techn. maritime*, 1892. — *Des Hélices aériennes*. Lib. des Sciences aéronautiques, 1909.

[2] D. Riabouchinsky : *Bull. de l'Institut aéron. de Koutchino*, 2e fasc., 1909.

[3] A. Sée : *Les lois expérimentales de l'Aviation*, p. 321. Lib. Aéronautique, 1911.

M. Soreau [1] a établi, comme il l'avait fait pour l'aéroplane dans son Mémoire de 1908 cité plus haut, une théorie des hélices propulsives basée sur une analyse pénétrante des résultats expérimentaux encore peu nombreux alors, et du rôle des mouvements de l'air en avant de l'hélice. Il a été conduit, au cours de son étude, à proposer des formules soit de la forme précédente, mais où H^2 est remplacé par des coefficients différents pour $\mathfrak{G}$ et $\mathfrak{T}$, soit, de préférence :

$$\mathfrak{G} = \alpha n^2 d^4 \left[1 - \left(\frac{V}{\gamma nd}\right)^p\right]$$

$$\mathfrak{T} = \beta n^3 d^5 \left[1 - \left(\frac{V}{\mu nd}\right)^q\right].$$

Il donne également une formule élémentaire applicable à l'élément de pale.

Dès maintenant, les hélices aériennes sont de très bons instruments ; leur rendement maximum est en général de 70 à 80 °/₀, et dépasse parfois cette dernière valeur. Jointes aux moteurs à explosions, elles ont permis l'aviation. Elles permettraient déjà de réaliser l'hélicoptère, mais celui-ci ne peut être pratique que quand on aura paré à la chute qui serait la conséquence d'une panne de moteur. Il est possible qu'une combinaison de l'hélicoptère et de l'aéroplane apparaisse dans l'avenir, et conduise à la réalisation de grands navires aériens à la fois stables et maniables.

Ch. Maurain,
Directeur de l'Institut Aérotechnique
de l'Université de Paris.

[1] R. Soreau : *Mém. de la Soc. des Ingénieurs civils de France*, sept. 1911.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Ghersi (I.), *Ingénieur.* — **Matematica dilettevole e curiosa.** — 1 *vol. in*-12 *de* 730 *pages avec* 693 *figures, de la collection des Manuels Hoepli.* (*Prix* : 9 *fr.* 50) *U. Hoepli, éditeur, Milan,* 1913.

Il semble difficile de définir avec précision ce qu'on entend en Mathématiques par une question plaisante ou curieuse : doit-on réunir dans cette catégorie les problèmes dont la solution surprend le plus le sens commun, ceux qui ont exercé pendant longtemps la sagacité des chercheurs, ceux qui conduisent aisément à des fautes de logique ou à des erreurs de calcul ? Et tel problème, curieux pour l'un, ne peut-il cesser de l'être pour un autre dont les habitudes d'esprit sont différentes ? Je crois que l'auteur a reconnu tout ce qu'un choix de pareilles questions comporte d'arbitraire : aussi a-t-il réuni dans son livre les problèmes les plus divers, depuis les plaisanteries faciles jusqu'aux questions touchant aux parties les plus élevées de la science. Ces problèmes ne sont pas classés d'après leur importance scientifique, ni d'après la place qu'ils occupent dans les théories mathématiques ; ils ont été rassemblés sous des rubriques commodes : arithmétique, géométrie, jeux, variétés, etc. Peut-être est-il à craindre que des lecteurs insuffisamment avertis ne prennent pour des divertissements sans portée les questions les plus importantes ou n'attachent du prix aux simples plaisanteries.

D'un autre côté, la lecture de certaines solutions exige d'assez sérieuses connaissances mathématiques : ceux des lecteurs qui les possèdent regretteront sans doute la brièveté avec laquelle sont résumées les questions de la trisection de l'angle, de la quadrature du cercle, les problèmes d'*analysis situs* comme celui de la coloration des cartes géographiques, à propos duquel j'aurais été heureux de voir indiquer les travaux de Brunel ; les constructions géométriques avec des instruments déterminés ; la décomposition des surfaces équivalentes en parties égales, où l'on aimerait à trouver des indications sur les résultats de M. Dehn et la différence profonde qui existe à ce point de vue entre le plan et l'espace. Sans doute, ces lecteurs sacrifieraient volontiers le grand nombre de démonstrations du théorème de Pythagore, de calculs faux établissant qu'un nombre quelconque est nul, au désir d'acquérir quelques notions sur les géométries non euclidiennes, sur les ensembles de points, dans l'étude desquels la courbe de M. Peano, par exemple, peut bien se ranger au nombre des curiosités mathématiques.

Voici un résumé rapide des questions traitées dans ce livre : la première partie comprend, avec une série de problèmes, bizarres par leurs énoncés ou les raisonnements incomplets qu'ils suggèrent, des questions de combinaisons ou d'*analysis situs* : le problème des ponts de Kœnigsberg, les labyrinthes, la coloration des cartes géographiques, des problèmes de l'échiquier (des huit dames, du cavalier, avec les solutions d'Euler), des problèmes d'aiguillage de trains, de promenades, de danses.

Un second chapitre est consacré à l'Arithmétique : numération, grands nombres, nombres parfaits, amiables, polygonaux, détermination de nombres pensés, constructions géométriques de formules simples. Peut-être quelques indications sur la géométrie des nombres de Minkowski auraient-elles pu trouver place ici.

Une troisième partie, intitulée Algèbre, donne des renseignements sur le théorème non démontré de Fermat, sur des problèmes anciens ou amusants du premier ou du second degré, sur des exemples de calculs faux reposant presque tous sur la division des deux membres d'une égalité par un facteur commun qui peut être nul ; quelques mots sur les anciennes sommations de séries divergentes, sans signaler le parti que l'Analyse moderne a tiré de ces procédés ; enfin un paragraphe très intéressant sur les méthodes de résolution graphique ou physique des équations algébriques.

L'auteur traite ensuite des carrés, des polygones et des polyèdres magiques et l'on arrive à la section consacrée à la Géométrie. On y étudie d'abord quelques cubiques et quartiques célèbres, des trisectrices, des épicycloïdes, des développantes ; l'auteur rappelle les théorèmes de M. Kempe et de M. Kœnigs sur les systèmes articulés et donne des exemples de pareils systèmes. Un chapitre est réservé à la résolution des problèmes de géométrie par la règle et le compas, à la division de la circonférence, à la trisection de l'angle. Puis, c'est le problème de la quadrature du cercle, avec un court exposé historique de la question où l'on est étonné de pas trouver le nom d'Hermite. Sous la rubrique curiosités géométriques, l'auteur rassemble, entre autres questions, les problèmes de minimum soulevés par la construction des ruches d'abeilles, l'exemple de MM. Schwartz et Peano d'une famille de polyèdres inscrits dans une surface gauche et ayant pour limite cette surface tandis que leur aire augmente indéfiniment : exemple important qui a été la source de profondes recherches sur la notion d'aire des surfaces courbes et qu'on est surpris de trouver placé à côté d'une démonstration de l'égalité $64 = 65$ fondée sur une illusion d'optique, comme on le sera tout à l'heure de voir rangés dans la catégorie des casse-têtes géométriques les problèmes de décomposition de polygones équivalents en partie superposables qui se rattachent intimement à la notion de l'aire d'une surface plane.

Je dois signaler, dans ce chapitre, une légère inexactitude : on indique le procédé qui paraît conduire à cette conclusion que, dans un triangle, un côté est égal à la somme des deux autres, procédé qui consiste à remplacer la ligne brisée formée des deux côtés par une autre ligne brisée variable et de même longueur, qui a pour limite le troisième côté ; on en conclut que la longueur de cette ligne brisée variable a pour limite la longueur de ce dernier côté ; l'explication fournie par l'auteur est que l'on commet une erreur en parlant de la limite d'une quantité constante ; la difficulté est bien plus cachée : en réalité, la ligne brisée est une courbe continue qui a pour limite le troisième côté, mais dont la pente, aux points où elle est déterminée, n'a pas pour limite celle de ce côté. A ce point de vue, la question cesse d'être une plaisanterie et fournit, je crois, l'exemple le plus simple montrant que l'on ne peut pas toujours dériver terme à terme une série convergente.

Dans le chapitre suivant, l'auteur traite des problèmes de Géométrie plane que l'on peut résoudre en pliant une feuille de papier, de la construction des polyèdres réguliers, des modèles géométriques, de l'hyperespace. Les dernières parties sont consacrées à la mécanique (paradoxes de Zénon, double cône remontant le plan incliné, boomerang, mouvement perpétuel) et aux jeux (dominos, problèmes des trois en file, problèmes des jeux de dames ou d'échecs).

Paul Montel,
Chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Sainturat (M.) et **Petit** (H.). — **L'Automobile à la portée de tout le monde.** 2e *édition.* — 1 *album in-4° oblong de* 58 *pages avec* 51 *figures schématiques et* 3 *planches en couleurs comprenant cinq modèles démontables.* (*Prix cartonné* : 13 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1914.

A l'heure où l'usage de l'automobile se répand de plus en plus, cet ouvrage, dont le succès a déjà été consacré par une édition précédente, peut rendre d'utiles services.

Le texte débute par un court historique de l'automobile, dont il décrit ensuite les différents organes. Mais c'est l'illustration surtout qui a été l'objet d'un soin particulier de la part des auteurs; elle est constituée : *dans le texte*, par des dessins schématiques parfaitement clairs et accompagnés de légendes explicatives détaillées, *hors texte* par trois planches en couleurs démontables. Ces planches sont constituées par des feuillets de papier fort, découpés aux formes des divers organes mécaniques et superposés. Ils peuvent se relever de façon à permettre de voir dans tous ses détails l'agencement interne de la voiture et, en quelque sorte, de disséquer cette dernière.

La planche I représente une voiture en élévation. Le double phaéton est muni d'un dais avec glace et arrière démontable. En soulevant un à un les feuillets coloriés qui constituent les éléments de la planche, le lecteur se familiarisera avec l'anatomie la plus intime de la carrosserie et du châssis. La planche II permet d'opérer le démontage de la voiture par le dessus. Enfin la planche III représente, à plus grande échelle, certains organes principaux, tels que la direction, l'embrayage et le carburateur.

Ce système de représentation par feuillets superposés, qui a déjà été appliqué avec succès à bien des machines et aussi dans l'enseignement des sciences naturelles, montre ici une fois de plus sa grande valeur didactique.

2° Sciences physiques

Chwolson (O. D.), *Professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.* — **Traité de Physique,** *traduit sur les éditions russe et allemande par* E. Davaux, *Ingénieur principal de la Marine* — *T.* IV, 2e *fasc.* : **Champ magnétique constant.** 1 *vol. in-8° de* 732 *pages avec* 284 *figures* (*Prix* : 22 *fr.*) — *T.* V, 1er *fasc.* : **Champ magnétique variable.** 1 *vol. in-8° de* 266 *pages avec* 36 *figures* (*Prix* : 9 *fr.*) *A. Hermann et fils, éditeurs. Paris,* 1913-1914.

En signalant aux lecteurs de la *Revue* l'apparition du premier fascicule de la dernière partie de l'imposant Traité de Physique de M. Chwolson, partie consacrée à l'*énergie électrique*, nous avons indiqué les principes qui ont guidé l'auteur dans l'étude de cette branche de la science et dans la division de son sujet (voir la *Revue* du 30 décembre 1911, p. 971) ; nous n'y reviendrons donc pas.

Après le premier fascicule qui traitait du champ *électrique* constant, le second fascicule étudie le champ *magnétique* constant. L'auteur établit d'abord les propriétés de ce champ et les compare à celles du champ électrique constant. Puis il étudie les sources du champ magnétique, qui sont les aimants, d'une part, le champ électrique, de l'autre. Les phénomènes qui se passent à l'intérieur d'un circuit font l'objet de trois chapitres, consacrés aux phénomènes thermiques et mécaniques, chimiques (électrolyse) et thermo-électriques. Trois autres chapitres traitent de l'action du champ magnétique sur les corps qu'il contient : actions mécaniques (pondéro-motrices), action magnétique (aimantation), action sur diverses propriétés physiques. Enfin les deux derniers chapitres décrivent les méthodes de mesure des résistances électriques, et celles de l'intensité du courant, de la force électromotrice et de l'intensité du champ magnétique.

Ce fascicule, qui a paru en même temps que les éditions russe et allemande, est au courant des dernières acquisitions de la science. Il n'épuise pas ce qui se rapporte à l'énergie électrique, et un cinquième tome, non prévu à l'origine, a dû être ajouté à l'ouvrage. De ce tome, le premier fascicule, qui vient de paraître, est consacré à l'étude du champ magnétique *variable.*

Les savants qui ont contribué au développement de la théorie des phénomènes électromagnétiques s'étant généralement servi d'un mode de calcul abrégé particulier, l'*analyse vectorielle*, l'auteur en rappelle brièvement les éléments dans un premier chapitre. Puis il expose les phénomènes de l'induction électromagnétique et leurs lois en se plaçant au point de vue dualistique, qui est le plus commode et dont la terminologie reste généralement usitée.

Entrant alors dans l'explication moderne des phénomènes électriques et magnétiques, il présente en deux chapitres d'abord la théorie de Maxwell, qui le premier a abandonné l'idée de l'action instantanée à distance pour transporter dans le milieu diélectrique, l'éther, le centre de gravité des phénomènes électriques, — puis la théorie électronique, inaugurée par Lorentz, qui, tout en conservant le principe de l'action par l'intermédiaire d'un milieu, et la forme générale des équations fondamentales de Maxwell, leur associe la notion de la structure atomistique de l'électricité. Enfin l'auteur termine ce fascicule par l'exposé du principe de relativité, qui menace de bouleverser complètement les idées premières sur lesquelles reposait jusqu'à présent la Physique tout entière.

On voit l'intérêt considérable qui s'attache aux derniers fascicules parus du Traité de Chwolson, le premier qui présente en français sous une forme didactique les dernières conquêtes de la science jusqu'à la frontière aujourd'hui si changeante des recherches des physiciens.

Ledebur (A.), *Professeur à l'Académie royale des Mines de Freyberg.* — **Les Laboratoires sidérurgiques.** *Manuel pratique à l'usage des chimistes métallurgistes. Neuvième édition revue par* W. Heike, *Professeur à l'Académie royale des Mines de Freyberg, et traduite de l'allemand par* Michel Diamant *et* Maurice Coste. — 1 *vol in-8° de* 224 *pages avec* 28 *figures* (*Prix* : 6 *fr.*). *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1914.

Cet ouvrage est la mise à jour, par M. le professeur Heike, du *Manuel pour les laboratoires de sidérurgie* de feu le professeur A. Ledebur. M. Heike, qui est un savant praticien, a apporté aux procédés d'analyse de ce *Manuel* des perfectionnements heureux, et les traducteurs eux-mêmes ont fait quelques additions. L'analyse qualitative par voie sèche et humide n'a pas été négligée.

Cela fait de cet ouvrage un ensemble de méthodes bien étudiées, passées au crible d'une critique intelligente et répondant aux exigences de l'industrie. Il n'en faut pas davantage pour le recommander à tous les métallurgistes, ceux du fer en particulier.

On lira avec intérêt la méthode de Reinhardt et les remarques qu'elle a suggérées aux auteurs. Cette méthode, on le sait déjà, permet de doser volumétriquement le fer par le permanganate, en solution chlorhydrique, procédé commode puisque c'est avec cet acide qu'on attaque, en général, les minerais. Il est peut-être regrettable, à ce propos, que le rôle du sulfate de manganèse, qui fait partie du mélange de Reinhardt et qui empêche tout dégagement de chlore, n'ait pas été mieux et plus amplement expliqué; il y a là une faute des auteurs ou des traducteurs, probablement des uns et des autres.

Signalons parmi les procédés relativement nouveaux : la précipitation, par le persulfate d'ammoniaque, du manganèse, à l'état de $MnO^2.H^2O$ que l'on dissout en présence d'une solution de sulfate ferreux dont l'excès est déterminé par une liqueur titrée de permanganate.

Le procédé Schulte, pour le dosage du soufre, est intéressant par sa rapidité d'exécution.

La détermination extra-rapide, dans un fer blanc, de l'étain par dissolution de ce métal dans le peroxyde de sodium, mérite d'être signalée, ainsi que le dosage, déjà bien connu, du carbone par combustion dans l'oxygène au four électrique, et de l'azote dans le fer.

Nous ne parlerons pas des dosages du chrome, titane, vanadium, tungstène, molybdène, qu'on trouvera avec plaisir dans cet ouvrage. Enfin, on lira avec intérêt les conseils relatifs à la prise de l'échantillon et à sa dissolution.

A. Hollard,
Docteur ès sciences.

Weyl (Th.), *en collaboration avec divers savants.* — **Les méthodes de la Chimie organique.** Traité concernant les travaux de laboratoire. *Traduit de l'allemand par* R. Cornubert. *Préface de* M. A. Haller. *Tome I. Première Partie* : **Généralités.** — 1 *vol. gr. in-8° de* xxxi-448 *pages avec* 280 *figures.* (*Prix* : 20 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1914.

L'introduction de la synthèse en Chimie organique, vers le milieu du xixe siècle, a coïncidé avec un accroissement considérable des méthodes de préparation des composés organiques, et ce développement se poursuit encore de nos jours. Tels corps, comme les cétones, dont Gmelin n'indiquait qu'un seul mode de synthèse dans son Traité de 1848, voient aujourd'hui leurs méthodes de préparation s'élever à 14 dans la dernière édition du Traité de Beilstein.

Ces méthodes sont de valeurs diverses. Il est difficile à un chimiste isolé de les retrouver toutes, et plus encore de porter un jugement digne de considération sur leur emploi et les limites de leur utilisation. C'est pour remédier à cette lacune que M. Weyl a entrepris le présent ouvrage, avec la collaboration d'une trentaine de chimistes, expérimentateurs rompus à toutes les difficultés de la synthèse organique, chacun dans un domaine qui lui est propre et qu'il connaît à fond.

Le premier volume de cette œuvre collective, qui en comprendra trois, est consacré à l'ensemble des appareils indispensables aux préparations, ainsi qu'aux méthodes et instruments de mesure nécessaires pour déterminer les formules et constantes des corps préparés. Voici un aperçu de la table des matières :

Analyse organique élémentaire, par le professeur H. Simonis. — Analyse élémentaire simplifiée, par le professeur M. Dennstedt. — Méthodes de détermination des poids moléculaires, par le professeur H. Simonis. — Calorimétrie des combinaisons organiques, par le Dr W. Glikin. — Solvants, par MM. P. Bergell et F. Quade. — Dessiccation des liquides et des solutions organiques, par M. W.-C. de Leeuw. — Cristallisation, par MM. Bergell et Quade. — Epuisement, Décoloration, Clarification, Agitation, par M. J. Herzog. — Dialyse, Filtration, Bains, Concentration dans le vide, Traitement des précipités organiques, par M. Th. Weyl. — Autoclaves, tubes scellés. Préparation et purification de quelques gaz, par M. W. Lenz. — Sublimation. Détermination du point de fusion, par M. S. Lindenbaum. — Polarisation, par M. R. Krauss. — Point d'ébullition. Distillation, par M. Chr. Hansen. — Poids spécifique. Indice de réfraction. Fluorescence. Action de la lumière sur les substances organiques, par M. A. Byk. — Méthodes électrochimiques. Mesure de la conductibilité électrique, par le professeur K. Arndt.

Des indications bibliographiques nombreuses permettent au lecteur de se reporter aux mémoires originaux, s'il le désire.

Les volumes suivants seront consacrés aux méthodes synthétiques de préparation proprement dites.

Des ouvrages destinés au même but existent déjà en France et à l'Etranger, « mais aucun, dit M. Haller dans sa préface, ne possède ce caractère de généralité et cette richesse de documentation ». On pourrait signaler quelques redites, ce qui est le défaut habituel des ouvrages formés de chapitres dus à des collaborateurs différents, et désirer peut-être un peu plus d'homogénéité dans l'ensemble ; mais cette critique n'enlève rien à l'utilité de l'ouvrage, qui deviendra bientôt le *vade-mecum* de tous les chimistes organiciens.

Louis Brunet.

Gildemeister (E.) et **Hoffmann** (F.). — **Les Huiles essentielles.** — 2e *édition par* E. Gildemeister. *Traduction d'après la deuxième édition allemande de* 1913 *par* Gustave Laloue. *Tome* II. — 1 *vol. in-8° de* 768 *pages.* (*Prix broché*: 21 *fr.* 50; *demi-reliure*, 25 *fr.*) *Schimmel et Cie, à Miltitz, près Leipzig, et J.-B. Baillière*, 19, *rue Hautefeuille, Paris*, 1914.

Lorsqu'en 1913 a paru le tome I, nous avons relaté tout l'intérêt que présente la nouvelle édition de cet ouvrage, les huiles essentielles prenant chaque jour une importance de plus en plus grande et les recherches ayant doublé l'état de nos connaissances depuis l'époque de la première édition.

Le tome II, dont nous présentons la traduction française, mentionne les végétaux qui fournissent les différentes huiles essentielles. Celles-ci sont groupées d'après leur répartition dans ces mêmes végétaux, qui sont classés eux-mêmes selon le système adopté par M. A. Engler dans son *Syllabus der Pflanzenfamilien.*

L'auteur a adopté le plan suivant:

Culture de la plante et son pays d'origine;

Mode d'obtention de l'essence;

Liste des constituants résultant des analyses les plus récentes, et renvois bibliographiques;

Propriétés de l'essence;

Adultérants les plus courants;

Enfin, pour les essences très employées, quelques renseignements commerciaux.

L'importance du sujet n'a pas permis à l'auteur de réunir tous les documents en un seul volume, ainsi qu'il l'annonçait dans la préface du tome I de la deuxième édition. Il a été obligé d'opérer une nouvelle division, et le tome II ne contient que les groupes des Chlorophycées, des Eumycètes, des Embryophytes asiphonogames, et des Embryophytes siphonogames jusqu'aux Zygophyllacées inclusivement et une partie des Rutacées.

La lecture de cet ouvrage est aisée, un index alphabétique facilite les recherches, et la classification adoptée permet les rapprochements entre la composition des essences des plantes d'une même famille.

Nous ne saurions trop conseiller l'usage de ce livre aux chimistes parfumeurs.

A. Béhal,
Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Ducloux (E. Herrero), *Vice-Directeur du Musée de La Plata, Professeur de Chimie analytique aux Universités de Buenos-Aires et de La Plata.* — **Los Estudios quimicos en la Republica Argentina** (1810-1910). — 1 *vol. in-8° de* 430 *pages. Coni Hermanos. Buenos-Aires*, 1913.

Dans ce volume, l'auteur a réuni et catalogué tous les travaux relatifs aux sciences chimiques publiés dans la République Argentine par les nationaux et les étrangers et au dehors par les Argentins de 1810 à 1910. Le nombre total de ces mémoires s'élève à plus de 2.400, correspondant presque tous à la seconde moitié de cette époque et plus spécialement aux dernières années. Ils se rapportent à toutes les branches de la Chimie : ceux relatifs à la Chimie industrielle, minérale, organique, biologique et médicale, agricole y dominent. La classification principale est faite par noms d'auteurs; une seconde classification par ordre de matières renvoie à la première.

M. Duclaux a fait précéder cette bibliographie d'une étude sur l'enseignement de la Chimie depuis un siècle en Argentine, qui montre les progrès considérables réalisés dans ce domaine et qui fait bien augurer de l'avenir réservé à la production chimique dans ce pays.

La bibliographie des travaux chimiques argentins sera continuée annuellement à partir de 1911 par M. C.-E. Heredia. L. B.

3° Sciences naturelles

Perret (Robert), *Docteur ès lettres, membre de la Commission de Topographie du Club Alpin.* — **La géographie de Terre-Neuve.** *Préface de* M. Marcel Dubois, *professeur de Géographie coloniale à la Sorbonne.* — 1 *vol. in-8° de* VI + 372 *pages, avec cartes et planches de reproductions photographiques.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Librairie E. Guilmoto. Paris*, 1913.

Cette monographie très complète de l'île de Terre-Neuve mérite les éloges que lui décerne, dans sa préface, M. Marcel Dubois. A l'enseignement de ce maître de la géographie coloniale, l'auteur a joint celui du regretté Albert de Lapparent, et l'on sent dans son livre l'union féconde de la géographie physique et de la géographie humaine, à laquelle s'ajoutent une forte éducation de sciences naturelles et les connaissances d'un praticien de la topographie alpine.

L'ouvrage débute par une histoire très documentée de la géographie de Terre-Neuve, illustrée de la reproduction de plusieurs cartes anciennes, de 1544 et de 1606. Puis, l'auteur étudie le milieu physique : le sol, les bancs sous-marins, le climat, la flore. Des plantes vivaces, dont la vie est concentrée dans leurs racines, une flore dont la pauvreté tient aux formes du relief tout autant qu'à la rigueur du climat, quatre aspects de végétation : la tourbière, la savane, la brousse et la forêt. La faune maritime et insulaire est longuement étudiée au point de vue du plankton et des différentes espèces, et accompagnée d'une carte de répartition du plankton dans l'Atlantique pendant l'été, d'après Cleve.

Dans ce milieu naturel, l'homme va maintenant intervenir. La pauvreté du sol et la rigueur du climat ne permettent que la culture du seigle, de l'orge, des navets et des pommes de terre, et la rareté du phosphate de chaux se manifeste jusque dans la petite taille du bétail. La plupart des fermiers ont renoncé à l'élevage de la race bovine et se contentent d'entretenir des chèvres et des porcs. Le bétail de boucherie est importé de la Nouvelle-Ecosse.

Un certain nombre de compagnies américaines et anglaises ont obtenu des concessions forestières et installé des usines près des chutes d'eau ou des rapides en vue de la fabrication de la pâte à papier. L'exploitation minière a commencé en 1857 : le sous-sol de l'île renferme de l'or, du fer, du plomb, du cuivre, du nickel, de la houille, de l'amiante. Mais c'est la pêche qui est la grande richesse : les mers de Terre-Neuve constituent un des principaux viviers où le monde s'alimente depuis le XVIe siècle. M. Robert Perret fait longuement l'historique et la description des pêches des différentes espèces.

Le livre s'achève avec l'histoire de la colonisation et du peuplement, l'étude de la population actuelle et des centres habités, les relations de Terre-Neuve avec l'Angleterre, les Etats-Unis et la France, l'abandon de nos droits sur le *French Shore* en 1904, l'influence grandissante des Etats-Unis et le dilemme qui se pose pour l'île : l'américanisation ou la fédération avec le Canada.

Pierre Clerget,
Directeur de l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

Jacquot (A.), *Inspecteur des Eaux et Forêts.* — **Sylviculture.** — 1 *vol. in-8 de* 257 *pages.* (*Prix* : 5 *francs*). *Berger-Levrault, éditeur. Paris*, 1914.

Pendant longtemps le public est resté indifférent aux choses de la forêt, dont il ignorait tout et dont il se faisait une idée absolument fausse. Les forêts particulières, qui représentent 65 °/₀ de la superficie boisée en France, ont beaucoup souffert de cet état de choses et ont souvent été ruinées par suite de l'ignorance de ceux qui étaient chargés de les administrer. Heureusement, depuis quelques années, à la suite de la campagne menée par le Touring-Club et par plusieurs associations forestières, les propriétaires de forêts commencent à mieux comprendre leur véritable intérêt et cherchent à connaître toutes les questions qui intéressent les propriétés boisées et celles qu'il y aurait intérêt à boiser. Malheureusement, les traités de sylviculture, peu nombreux, trop souvent touffus, bourrés de termes techniques, n'étaient à la portée que d'un petit nombre d'initiés : il était nécessaire de dégager de l'économie forestière l'ensemble des notions fondamentales que l'on doit connaître, et de les présenter sous forme d'un recueil facile à comprendre et agréable à lire. Tel est le but que paraît avoir poursuivi M. A. Jacquot dans la rédaction du livre de sylviculture qu'il vient de publier : nous pouvons affirmer qu'il l'a atteint.

Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur nous apprend à connaître l'importance des forêts, leur influence bienfaisante sur le climat, la consolidation des terrains en montagne, la fixation des dunes, leur rôle de régulateur du régime des eaux ; il passe ensuite en revue les principaux produits forestiers dont il montre l'utilité, et complète ces données par quelques notions de statistique.

Dans la seconde partie, M. Jacquot aborde la sylviculture proprement dite, c'est-à-dire l'étude des végétaux forestiers et de leurs relations avec le sol et le climat ; il termine par une série de brèves monographies de nos principales essences forestières.

Dans la troisième partie, la plus importante de l'ouvrage, l'auteur étudie d'abord les différents modes de traitement applicables à nos peuplements forestiers : futaie, taillis, taillis sous futaie, et leurs modalités, futaie régulière, futaie jardinée, taillis simple, taillis fureté, sarté, etc... Il nous apprend combien il est important en forêt de ne pas négliger les travaux d'amélioration, tels que les dégagements de semis, les éclaircies, les émondages. Puis il passe en revue les différents ennemis de nos arbres, en insistant sur les dégâts causés par les incendies et leur évaluation.

Sous le titre de gestion, l'auteur expose comment doivent être conduits l'arpentage et le martelage des coupes, comment on en doit estimer et vendre les produits ; il examine en même temps l'importante question de l'estimation des forêts en fonds et superficie et termine par quelques données pratiques sur la tenue des livres et calepins, et sur l'exploitation proprement dite des arbres (mode et saison d'abatage, façonnage et vidange des produits).

Enfin, dans un dernier chapitre, M. Jacquot traite la question des reboisements et de leur utilité (régénération artificielle partout où dans nos forêts la régénération naturelle fait défaut, ou boisement de terrains nus). L'auteur examine successivement quelles sont les essences à choisir, les procédés de reboisement (semis ou plantation) auxquels il faut donner la préférence suivant les différents cas qui peuvent se présenter, la création et l'entretien des pépinières. Il énumère les dispositions législatives destinées à favoriser le reboisement et signale l'importance des sociétés scolaires forestières.

Le livre de M. Jacquot est écrit dans un style agréable ; il présente d'une façon claire et sans entrer dans trop de détails les principes fondamentaux de la sylviculture et embrasse les principales questions qui se posent dans la gestion d'un domaine boisé : c'est une œuvre de vulgarisation qui vient à son heure et est appelée à rendre de grands services.

On peut toutefois exprimer le regret que l'auteur ait un peu trop généralisé les exemples qu'il a pu étudier dans la région du nord-est de la France où il a passé la plus grande partie de sa carrière et qu'il ait été amené à traiter un peu légèrement des essences telles que le châtaigner et le pin maritime, qui sont la richesse d'un grand nombre de départements du

Centre et du Midi. Nous souhaiterons en outre que, dans sa prochaine édition, il fasse une part plus égale et plus complète à la bibliographie des différentes sources qu'il a dû consulter.

MAURICE MANGIN,
Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts.

Caullery (Maurice), *Professeur à la Sorbonne.* — **Les Problèmes de la Sexualité.** — 1 *vol. in*-8°, *de* 332 *pages, avec* 49 *figures dans le texte, de la Bibliothèque de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *E. Flammarion, éditeur, Paris*, 1913.

Dans ces dernières années, la question de la sexualité a été l'objet d'un grand nombre de travaux, qui ont singulièrement augmenté nos connaissances sur ce sujet; quelques certitudes ont été acquises, et des voies nouvelles ont été ouvertes à la recherche. Parmi les nombreuses mises au point qui ont paru récemment, le livre de M. Caullery est peut-être la plus élargie; il a voulu rendre accessible au public cultivé ce vaste domaine, rappelant ou définissant tout ce qui est nécessaire depuis les notions élémentaires jusqu'aux problèmes les plus modernes; il traite successivement de l'histoire des gamètes, de l'hermaphrodisme, du gonochorisme ou séparation des sexes, des caractères sexuels secondaires, du déterminisme du sexe, de la parthénogénèse naturelle ou artificielle, de la sexuatité en général et de la multiplication asexuée, et enfin de la sexualité chez les végétaux et les organismes inférieurs. Je ne puis songer naturellement à résumer les faits; aussi me bornerai-je dans cette analyse à indiquer l'opinion de M. Caullery sur les points de doctrine.

L'auteur n'est pas favorable aux théories chromosomiques du sexe, non plus qu'aux conceptions mendéliennes; il se range dans « la minorité qui se refuse à voir dans les chromosomes des individualités réelles, et les porteurs spécifiques des propriétés héréditaires, de la sexualité comme des autres ». Les hétérochromosomes, ou chromosomes X, pourraient ne pas être un agent causal dans la détermination du sexe, mais seulement un épiphénomène, une manifestation concomitante, presque un effet de cette détermination. Le mendélisme n'est qu'un symbolisme, qui peut être un guide utile, mais sur la valeur absolue duquel il ne faut pas s'aveugler; il n'aura de valeur véritable que s'il permet de prévoir ce que donneront des croisements nouveaux en vue desquels cette transcription symbolique des faits n'a pas été imaginée.

A propos du cas des Insectes, chez lesquels des expériences réitérées ont montré l'indépendance absolue des caractères sexuels tardifs (ou secondaires) et des glandes génitales, M. Caullery, qui est un chaud partisan des théories hormoniques, pense qu'il ne faut pas formuler cette conclusion d'une façon trop catégorique : comme chez les Insectes les cellules germinales sont d'apparition très précoce, elles ont pu exercer une action sur le soma avant le moment où on pratique l'extirpation des gonades; il est possible aussi que les résultats négatifs auxquels il vient d'être fait allusion tiennent tout simplement à ce que, chez les Insectes, l'appareil équivalent à la glande de la puberté des Mammifères et autres n'existe pas, ou tout au moins n'est pas incorporé à la glande génitale : le tissu germinal ne serait donc pas forcément le siège de l'agent morphogène des caractères sexuels secondaires.

L'auteur n'accepte pas la théorie de la sélection sexuelle, telle qu'elle a été formulée par Darwin, pour rendre compte, d'une manière générale, de la différenciation des caractères sexuels secondaires; il lui manque, à beaucoup près, une base objective de faits suffisante, surtout en ce qui concerne le choix esthétique des femelles.

Bien qu'il y ait accumulation de preuves en faveur de la détermination syngamique du sexe (c'est-à-dire réalisée d'une façon définitive à l'époque de la fécondation), et qu'il n'y ait à peu près pas de faits qui s'y opposent, M. Caullery considère cependant comme possible que, dans quelques cas exceptionnels, il puisse y avoir une influence des facteurs externes sur la détermination du sexe d'un embryon; on peut concevoir le sexe comme un état d'équilibre rompu dans un sens ou dans l'autre, mais avec des degrés variables, si bien que les facteurs internes (constitution de l'œuf fécondé) pourraient être contrebalancés par des facteurs extérieurs.

L. CUÉNOT,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Bonnier (Dr Pierre). — **L'action directe sur les centres nerveux. Centrothérapie.** — 1 *vol. in*-16, *de* 304 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Alcan. Paris*, 1914.

Comme toutes les publications de M. Bonnier, celle-ci est marquée au coin de l'originalité la plus indiscutable et de la plus évidente sincérité. Que l'auteur, dans l'exposé de sa thèse, se soit parfois laissé entraîner au delà des limites de l'induction permise, — celà est possible; — mais il est certain que les faits corroborent bien souvent sa théorie pathogénique et qu'il a doté l'art de guérir d'un remarquable moyen d'action. Sa théorie la voici :

Toutes nos activités et toutes nos défenses organiques sont régies par les centres nerveux bulbaires, régulateurs et gardiens des intégrités anatomiques et des équilibres fonctionnels. S'il était expérimentalement possible de troubler individuellement ces centres, comme l'avait tenté Claude Bernard, on réaliserait à volonté les mille désarrois organiques et fonctionnels de la pathologie.

Ce que nous pouvons en revanche, c'est, inversement, en présence de n'importe quel phénomène clinique, aller rechercher dans le bulbe le centre responsable de ce trouble, le solliciter physiologiquement, le faire revenir à lui, et, par ce redressement du centre nerveux en bonne attitude fonctionnelle, rebouter le malade en santé.

Qu'on crée un trouble ou qu'on le fasse disparaître, les deux méthodes se valent en physiologie, et la seconde crée une thérapeutique directe. En fait, toute thérapeutique n'agit que par l'intermédiaire des centres nerveux. Pour pénétrer dans le bulbe, la voie la plus courte, la plus large et la plus commode est le vaste nerf trijumeau; et le mode de sollicitation le plus physiologique sera la cautérisation infiniment légère de la muqueuse nasale, en des points qui varient avec le centre bulbaire visé.

L'auteur a ainsi pratiqué, depuis six ans, plus de deux cent mille sondages physiologiques de la masse bulbaire, et les résultats positifs de cette méthode, qui sont autant de cures, embrassent toute la pathologie. Ils montrent que l'action directe sur les centres permet le plus souvent de résoudre instantanément, non seulement les problèmes thérapeutiques ordinaires, mais aussi beaucoup de cas encore inaccessibles aux moyens indirects.

L'exposé est d'une extraordinaire clarté. Le style est simple, familier, imagé. Bonnier a un véritable talent didactique. Les trente-deux pages qu'il consacre à sa préface, au début de son volume, sont une éloquente paraphrase de cette formule lapidaire en laquelle il quintessencie sa tendance pathogénique : « A l'âge « primitif du *microbe* a succédé l'âge du *sérum*; nous « entrons dans l'âge du *terrain*. En étudiant les forces « vives du terrain, on reconnaîtra que leur mobilisa- « tion est sous la régie du système nerveux. »

Dr ALFRED MARTINET.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Juin 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Humbert** : Sur quelques fonctions numériques remarquables. — M. Ch.-H. **Muntz** : Sur une propriété des polynomes de Bernoulli. — M. C. **Popovici** : Sur une équation fonctionnelle. — M. J.-E. **Littlewood** : Sur la distribution des nombres premiers. — M. L. **Schlesinger** : Sur les équations intégro-différentielles. — M K. **Bartel** : Sur une méthode géométrique de formation de quelques surfaces réglées d'ordre supérieur. L'auteur démontre le théorème suivant : Le lieu d'intersection des plans correspondants de deux faisceaux de plans en involution projectifs, de 4e ordre et d'espèce nulle, est une surface réglée de 8e ordre, ayant pour deux génératrices quadruples les axes de ces faisceaux. — M. J. **Boussinesq** : Sur la vitesse moyenne ou de débit et la vitesse maximum ou axiale, dans un tube prismatique, à section régulière d'un nombre quelconque *m* de côtés. — M. G. **Kœnigs** : Sur une nouvelle formule exprimant la puissance indiquée d'un moteur à quatre temps en fonction d'éléments expérimentaux. — M. P. **Chofardet** présente ses observations de la comète Kritzinger (1914 *a*) faites à l'Observatoire de Besançon. Elle a subi de grandes fluctuations d'éclat depuis son apparition.

2° Sciences physiques. — M. J. **Duclaux** estime que la cause du rayonnement est l'établissement de liens entre les atomes : chaque fois qu'un pareil lien se forme, il rend libre un élément d'énergie indivisible qui est diffusé sous la forme de rayonnement. La notion de quantum semble se réduire aux seuls phénomènes qui font intervenir les liens entre atomes : ells ne s'appliquerait point dans l'atome. — MM. H. **Deslandres** et V. **Burson** ont fait l'étude précise des spectres de bandes, dits « spectres de Swan », dans le champ magnétique. Ils se rattachent probablement à des lois générales, tout en différant des spectres de lignes : l'écart des composantes Zeeman est notablement plus petit, et les vibrations circulaires n'offrent plus exclusivement l'effet négatif, mais presque aussi souvent l'effet positif. Ces faits s'expliquent aisément par la présence de particules aussi bien positives que négatives et de masse plus grande que celle de l'électron. — M. F. **Bourcier** a étudié la propagation des ondes hertziennes le long d'un fil enroulé en hélice. Lorsqu'on étend une hélice en allongeant son pas, il y a une valeur de celui-ci pour laquelle les ondes traversent l'enroulement dans un temps minimum. — M. A. **Defretin** a constaté que la valeur efficace de l'induction moyenne (ou bien du flux total d'induction) dans un tore de fer doux plein, pour un noyau et pour un courant magnétisant donnés, varie en raison inverse de la racine carrée de la fréquence, si celle-ci est assez grande. On trouve exactement la même loi lorsqu'il n'y a pas d'hystérésis. — M. P. **Pascal** a reconnu que les propriétés diamagnétiques des éléments suivent une loi périodique. En portant en abscisses les poids atomiques en ordonnées les logarithmes des coefficients d'aimantation atomique, on obtient une série de lignes brisées régulières qui se reproduisent avec un aspect identique. — M. V. **Henri** a déterminé la dispersion des rayons ultra-violets par les corps organiques au moyen d'un réfractomètre en quartz. Le pouvoir réfringent peut-être représenté par une formule, et les valeurs calculées concordent bien avec les résultats observés. — M. Z. **Klemensiewicz** a constaté que les potentiels électrolytiques normaux du radium B et du thorium B sont égaux à celui du plomb à 2.10^{-5} volt près. — M. O. **Scheuer** montre que le gaz CO, sous l'action de l'émanation du radium, est réduit par H^2 et donne d'abord HCHO, qui lui-même est ensuite complètement réduit en méthane ; à côté de lui, il se forme une petite proportion d'autres hydrocarbures et de l'eau. — M. H. **Pélabon** a reconnu que les composés Sn Se et Sn Se^2 forment avec le platine des couples thermo-électriques dont la f.é.m. croît très rapidement avec la température de la soudure chaude. Ils peuvent servir à confectionner des piles thermo-électriques très sensibles. — M. R. **Cornubert** a préparé toutes les allylcyclohexanones qu'on peut obtenir à partir de la cyclohexanone et de ses trois dérivés monométhylés α, β et γ, sous l'influence de l'amidure de sodium et de l'iodure d'allyle. — M. E. **Léger** montre que la barbaloïne, traitée par l'anhydride acétique en présence de l'acétate de sodium, se transforme en β-barbaloïne isomère, laquelle ne peut plus donner d'acétylbarbaloïne si on la soumet de nouveau à l'action de l'anhydride acétique. — M. D. **Chouchak** a étudié l'influence du courant électrique continu sur l'absorption des substances nutritives par les plantes. Pour les cations, la vitesse d'absorption, quand les plantes sont reliées au pôle négatif, croît avec l'intensité du courant, d'abord vite, puis très lentement; pour les anions, c'est l'inverse qui se produit. — M. M. **Piettre** montre que la présence de tyrosine est un excellent indicateur des fermentations les plus fréquentes dont les viandes de boucherie, volailles, gibier, sont le siège ; elle est aussi un réactif précieux du froid, qui a pour effet d'atténuer les caractères physiques de ces fermentations.

3° Sciences naturelles. — M. J.-M. **Lahy** a reconnu que la fatigue physique produite par une marche prolongée ne provoque pas d'augmentation notable de la pression du sang, tandis que la fatigue psychique résultant d'un travail où l'attention est continuellement en éveil produit une augmentation notable de la pression. — Mlle G. **Kœnigs** a observé que les fibres pigmento-motrices présentent un énorme pouvoir de sommation et un fort hétérochronisme, ce qui les fait rentrer dans la loi générale des nerfs itératifs. — MM. J.-E. **Abelous** et C. **Soula** ont constaté qu'une unique injection d'urohypotensine, tout en laissant aux animaux les apparences d'une parfaite santé, détermine pourtant dans le métabolisme général, parallèlement au métabolisme cérébral, des modifications profondes qui se traduisent en particulier par les variations de la sécrétion urinaire. — M. P. **Robin** montre que, l'articulation temporo-maxillo-dentaire étant le résultat d'une adaptation simultanée des surfaces articulaires, osseuses et dentaires, à une même fonction, il ne peut y avoir d'autonomie pour chacune d'elles, par conséquent de mouvements de circumduction pour les mandibules engrenées. — M. J. **Tissot** a reconnu que les globulines, étant des complexes de savons acides, inactivent, au moins en partie, les sérums auxquels on les ajoute, en rendant acide le complexe de savon constituant la partie médiane du complément. Cette inactivation n'est pas définitive; la précipitation par un sel de l'excès de globuline rend au sérum son activité. — M. F. **Houssay** propose une nouvelle théorie du vol plané, dans laquelle il considère l'aile comme la région la plus fixe du corps et le corps comme battant sur l'aile. — M. E. **Bataillon** a constaté que le suc hépato-pancréatique est un véritable réactif de l'activation et de la fécondation pour les

œufs de Batraciens dépouillés de leur gangue par le cyanure. Les œufs vierges sont rapidement détruits; les œufs fécondés résistent à ce point de vue; les œufs seulement activés se comportent comme les fécondés, mais la résistance n'est pas immédiatement acquise. — M. A. **Lécaillon** signale l'existence de phénomènes de parthénogénèse naturelle rudimentaire chez les œufs non fécondés du crapaud commun; il y a toutefois des différences considérables entre la segmentation parthénogénétique et la segmentation normale. — M. L. **Bordas** donne la description de l'intestin terminal et des glandes rectales de quelques Carabides. — M. Y. **Manouélian** a observé par la méthode histologique que le passage de la toxine tétanique fait subir aux neurones moteurs périphériques des modifications consistant en l'apparition, dans le cytoplasme et les expansions cytoplasmiques, de corpuscules qui subissent une série de transformations; le réseau neurofibrillaire garde son aspect normal. — MM. **Edm. Sergent** et **H. Foley** montrent que le virus de la fièvre récurrente existe, dans le sang circulant, depuis le début jusqu'à la fin de la première période d'apyrexie, sans que les spirilles y soient décelables pendant ce temps à l'examen microscopique. Il doit donc revêtir alors une forme d'évolution très petite. — M. E. **Gourdon** donne la constitution et les analyses de quelques roches recueillies dans la baie de l'Amirauté et à l'île Bridgman (Shetlands du Sud) au cours de l'Expédition antarctique française. — M. J. **Blayac** a reconnu que la formation désignée, dans les bassins de l'Adour et de la Garonne, sous le nom de *Sables des Landes* doit être subdivisée en : 1° un sable siliceux, vraisemblablement éolien, postérieur au dépôt de la terrasse inférieure des deux fleuves; 2° des alluvions fluviatiles, déposées par la Garonne et l'Adour, appartenant à la terrasse inférieure ou moyenne de ces deux cours d'eau. — M. M. **Longchambon** montre qu'il y a deux séries pétrographiques et tectoniques dans le Secondaire de Vicdessos (Ariège) : l'une est la couverture discordante du Primaire de Goulié et du Rancié, légèrement chevauchée par le granite aux environs d'Auzat; elle s'enfonce dans une série très métamorphique, extrêmement plissée et présentant, avec le massif granito-gneissique des Trois Seigneurs, les relations d'une couverture normale. — M. E. **Maury** a reconnu au moins cinq digitations principales dans les plis du faisceau du littoral entre Nice et Menton; tous ces lambeaux isolés de la grande nappe sont caractérisés par leur même orientation et leur même plongement vers le Nord. — M. J. **Groth** a constaté que la Sierra Morena est une région hercynienne constituée par des terrains sans fossile : granites, séries métamorphiques, Précambrien et Cambrien de l'Alcudia. — M. Ch. **Depéret** a reconstitué un squelette presque entier de *Felsinotherium Serresi*, Sirénien pliocène des sables de Montpellier. Le Dugong et la Rhytine modernes dérivent sans doute d'un rameau parallèle.

Séance du 29 Juin 1904.

M. W. F. **Dyson** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. C. **Guichard** : Sur les surfaces telles que les sphères osculatrices aux lignes de courbure d'une série forment un système O ou un système 21. — M. A. **Buhl** : Sur la courbure normale des contours fermés. — M. R. J. **Backlund** : Sur les zéros de la fonction $\zeta(s)$ de Riemann. — M. Th. **Poeschl** : Sur une évaluation des potentiels. — M. L. **Tonelli** : Sur une méthode directe du Calcul des variations. — M. H. **Bohr** : Sur la fonction $\zeta(s)$ de Riemann. — M. H. **Parenty** donne une formule absolument générale pour l'écoulement des gaz et de la vapeur à travers les orifices. C'est un quadrant d'ellipse, terminé pour les débits régularisés par la tangente au sommet, et dans lequel le débit I_1 est l'ordonnée et le rapport $R_1 = 1 - \rho_1$ de la perte de charge $p_0 - p_1$ à la charge p_0 est l'abscisse. — M. G. **Bigourdan** expose un projet de notations pour indiquer l'éclat, la forme, etc., des nébuleuses et amas, particulièrement de ceux de forme régulière. L'éclat serait exprimé en grandeurs comme pour les étoiles, l'étendue en grandeurs angulaires, les degrés de condensation et de résolubilité par des chiffres, la forme par les abréviations ordinaires, parallèlement à une notation numérique équivalente.

2° Sciences physiques. — M. **André Blondel** complète sa théorie des alternateurs polyphasés, en considérant à part la réluctance de l'entrefer (fortement accru dans les alternateurs récents) et en séparant en deux parties distinctes les fuites de l'induit. — M. **André Léauté** indique dans le cas général la solution du problème de la propagation des ondes électriques sur une ligne formée de deux tronçons. — MM. A. **Schidlof** et A. **Karpowicz** ont constaté que la vitesse de chute des gouttelettes de mercure produites par un pulvérisateur et maintenues en suspension dans un milieu gazeux diminue continuellement et indéfiniment, par suite de leur volatilisation progressive. Cette observation jette quelque doute sur les conclusions des expériences de M. Ehrenhaft. — Mlle P. **Collet** a reconnu l'importance prépondérante des contacts dans la valeur absolue de la résistance des cristaux et dans les phénomènes irréguliers et étrangers que présentent les résistances cristallines; une fois les contacts améliorés, les phénomènes se simplifient et deviennent réguliers. Elle a observé en outre l'existence d'une f. é. m. résiduelle de sens inverse au courant qui vient de traverser le cristal. — MM. G. **Charpy** et A. **Cornu** ont étudié l'influence du temps dans les déformations rapides des métaux. Quand on effectue des essais de métaux par choc, en faisant varier la hauteur de chute du mouton de 5 à 6 mètres jusqu'à 1 mètre et au-dessous, la durée de la déformation peut varier de 1/1000 à 1/100 de seconde environ, et cette variation produit sur le travail absorbé par la rupture des différences pratiquement négligeables. — M. **Leprince-Ringuet** a reconnu qu'un mélange contenant plusieurs gaz incombustibles se comporte, au point de vue de l'inflammabilité, sensiblement comme si chaque élément incombustible était remplacé, suivant une proportion déterminée, par l'un d'entre eux. — MM. J. **Minguin** et R. **Bloc** ont étudié l'influence des dissolvants sur l'activité optique des camphorates de méthyle acides ortho et allo et du camphorate neutre. Les dissolvants à noyau benzénique exaltent considérablement l'activité de l'éther ortho. — M. O. **Honigschmid** a révisé le poids atomique de l'uranium par l'analyse du tétrabromure; la moyenne des résultats obtenus est de 238,175. — MM. F. **Ducelliez** et A. **Raynaud** ont bromuré le Ni et le Co à la température ordinaire en présence d'oxyde d'éthyle; il se forme $NiBr^2.C^4H^{10}O$ et $CoBr^2.C^4H^{10}O$. La décomposition par la chaleur de ces combinaisons donne les bromures anhydres $NiBr^2$ et $CoBr^2$. — M. C. **Gaudefroy** a reconnu que l'hémihydrate de sulfate de chaux, qui est instable en présence de l'anhydrite, est stable en présence du sulfate anhydre soluble. Ce dernier est moins dense que l'hémihydrate. Le sulfate anhydre soluble ne se forme à partir du gypse que par l'intermédiaire de l'hémihydrate. — MM. J. **Meyeringh** et A. **Haller**, en oxydant à froid l'allyldiméthylacétophénone par le permanganate de K, ont obtenu le glycol 4-benzoyl-4-méthyl-2 : 1-pentanediol et l'acide 4-benzoyl-4-méthyl-α-oxyvalérique. Le glycol est identique à celui obtenu en chauffant avec de l'eau sous pression l'oxypropylènediméthylacétophénone.

3° Sciences naturelles. — M. E. **Gley** démontre qu'il existe des actions vaso-motrices d'origine toxique qui ne sont pas dues à l'influence directe des substances toxiques sur les appareils vaso-moteurs, mais qui paraissent causées par une décharge d'adrénaline dans le sang, décharge immédiatement consécutive à l'excitation que déterminent ces substances sur les glandes surrénales. — MM. H. **Busquet** et M. **Tiffeneau** ont constaté que les ventricules du cœur isolé de lapin

présentent parfois des oscillations de tonicité analogues à celles que Fano a décrites sur les oreillettes de tortue. Le muscle ventriculaire peut également être le siège d'un phénomène plus compliqué, caractérisé par des oscillations rythmiques de la tonicité et de l'amplitude, l'une augmentant pendant que l'autre diminue. — MM. **Bonnefon** et **Lacoste** déduisent de leurs expériences sur la greffe de la cornée que seul le tissu épithélial est susceptible de conserver, au cours de la transplantation, sa vitalité et sa personnalité cellulaires; cette propriété n'est pas le propre des greffes autoplastiques, mais s'étend aussi à certaines hétéroplasties. — M. **J. Chaine** signale une erreur d'interprétation assez fréquente en Anatomie comparative. — MM. **A. Vayssière** et **G. Quintaret** ont observé un cas d'hermaphrodisme chez un *Scyllium stellare*. L'animal, normal au point de vue femelle, présentait en sus, du côté droit, un organe génital mâle complet, mais n'ayant aucune relation avec le système urinaire. — M. **M. Caullery** a trouvé parmi les Polychètes sédentaires recueillis par le *Siboga* un type de Ver qui ne rentre dans aucun des groupes connus; il le désigne sous le nom générique de *Siboglinum*. — M. **T. Bézier** signale la présence d'une florule carbonifère, probablement westphalienne, à Mélesse (Ille-et-Vilaine). — M. **R. Tronquoy** communique quelques renseignements nouveaux relatifs à la géologie et à la pétrographie du Congo. — M. **J. Deprat** décrit la succession des terrains paléozoïques et triasiques observés dans la région de Hoa-Binh et de Cho-Bo (Tonkin). — M. **J. Giraud** a observé dans le sud et l'ouest de Madagascar la présence des terrains sédimentaires suivants : Lias supérieur, Jurassique moyen et supérieur, Eocrétacé, Crétacé supérieur, Eocène. — M. **M. Lugeon** montre que le synclinal de Morcles ne peut être que le synclinal de Chamonix ou une partie de celui-ci (dans l'hypothèse d'un synclinal complexe), et que la nappe de Morcles se montre comme un repli de l'enveloppe sédimentaire du massif du Mont-Blanc. — M. **J. Chautard** : Les rapports des gisements pétrolifères avec les transgressions et les régressions marines (voir p. 588). — M. **Pereira de Souza** a recherché, d'après les résultats de l'enquête du marquis de Pombal sur les effets, en Portugal, du mégaséisme du 1er novembre 1855, les isoséistes de ce tremblement de terre, sa propagation et la liaison de celle-ci avec la tectonique du pays.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 Juin 1914.

M. **P. Bazy** montre par deux exemples que la prostatectomie (ou plus exactement l'adénomectomie prostatique), tout en supprimant l'infection de la vessie par le rétablissement du cours de l'urine, a par elle-même une action trophique et désintoxicante sur l'organisme entier. — M. **E. Kirmisson** signale l'existence, à côté des angiomes sous-cutanés douloureux des membres, d'angiomes profonds, sous-aponévrotiques, donnant lieu à des douleurs excessivement violentes, soit localisées au point malade, soit irradiées à tout le membre. Ils peuvent être guéris facilement par l'extirpation. — M. **Vidal** donne le compte rendu des travaux du Congrès de Thalassothérapie de Cannes. — M. **Ch. Infroit** décrit un nouveau dispositif pour immobiliser la tête dans la radiographie cranienne. Il a pu par ce moyen diagnostiquer des lésions de la selle turcique, des tumeurs cérébrales et des altérations des os du crâne. — M. le Dr **Legry** signale un certain nombre de faits militant contre toute assimilation globale des cirrhoses du foie avec la tuberculose de cet organe.

Séance du 30 Juin 1914.

M. **Marfan** est élu membre titulaire dans la Section de Pathologie médicale.

M. **Vidal** expose une hypothèse suivant laquelle la pigmentation de la peau des jeunes malades traités par l'héliothérapie serait produite par le dépôt sur l'épiderme d'une matière contenue dans les rayons ultraviolets (!). — M. **L. Sambon** présente l'ensemble de ses recherches sur la pellagre, qui le conduisent à repousser la théorie de l'intoxication par le maïs pour lui substituer celle de l'infection par un protozoaire, dont l'agent vecteur serait une petite mouche piquante des familles des Chironomidés ou des Simulidés. — M. **J. Castaigne** a observé, dans un cas de tuberculose rénale ulcéro-caséeuse traitée médicalement, l'évolution fibreuse et la guérison en surface sans exclusion du rein. — M. **J. Roubinovitch** indique quelques résultats de l'adaptation sociale des enfants psychoanormaux éducables sortis de l'Hospice-école de Bicêtre et de la Fondation Vallée. Quatorze garçons et filles, dont l'intelligence arriérée a été cultivée, éduquée et perfectionnée, travaillent aujourd'hui dans différentes professions et se sont parfaitement adaptés à la vie sociale. — M. le Dr **Voronoff** a greffé dans la région cervicale d'un enfant myxœdémateux le lobe thyroïde droit (avec ses parathyroïdes) d'un grand singe papion. L'état de l'enfant s'est sensiblement amélioré; son intelligence surtout a fait des progrès rapides.

Séance du 7 Juillet 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **Duguet**, vice-président de l'Académie. — M. **Ménétrier** est élu membre titulaire dans la Section d'Anatomie pathologique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 20 Juin 1914.

MM. **A. Calmette** et **L. Massol** montrent que l'action anti-complémentaire d'un sérum ne paraît en aucune manière résulter de la présence simultanée de l'antigène et de l'anticorps, qui peuvent se saturer d'alexine puisque cette dernière est toujours en excès dans l'organisme vivant. — M. **L. Massol** a déterminé les meilleures conditions de temps et de température pour la fixation de l'alexine; un temps de contact de 2 h. à 37-40° paraît réaliser l'optimum de fixation. — M. **J. Watrin** montre que l'apparition du corps jaune n'est suivie d'aucune réaction du côté de la capsule surrénale. Au cours de la gestation, l'hypertrophie des capsules surrénales n'est donc pas déterminée par l'action du corps jaune. — MM. **E. Gorter** et **A. ten Bokkel Hinnink** ont observé qu'une infection à bacilles paratyphiques chez le lapin produit constamment une hypercholestérinémie considérable, de cause encore inconnue. — MM. **H. Bierry** et **J. Larguier des Bancels** ont reconnu que le ferment amylolytique du suc pancréatique appartient au groupe des ferments thermolabiles. — M. **J. Jolly** a observé des mouvements amiboïdes des petites cellules de la bourse de Fabricius et du thymus. Ce caractère est en faveur de leur nature lymphoïde et de leur immigration dans le bourgeon épithélial médullaire. — M. **L. Michel** a séparé par ultra-filtration l'agglutinine, l'hémolysine et la toxine du venin de *Crotalus adamanteus*; la toxine est formée des particules les plus fines, l'agglutinine des plus grosses. — MM. **Chr. Champy** et **F. Coca** ont cultivé *in vitro* diverses tumeurs cancéreuses par les mêmes méthodes que pour les tissus normaux, et les ont réinoculées ensuite à des animaux. — M. **L.-G. Seurat** signale la présence du *Subulura allopada* chez la perdrix rouge et donne de nouveaux détails sur sa morphologie. — MM. **Ch. Dopter** et **Pauron** montrent que le méningocoque peut être différencié des paraméningocoques par l'épreuve de la saturation des agglutinines ou celle de la saturation des précipitines. — M. **A. Briot** considère le proferment comme une sorte de liaison de ferment et d'antiferment. — MM. **N. Bettencourt** et **S. Menezes** ont reconnu que les « Abwehrfermente » d'Abderhalden sont réactivables au moyen de l'addition de sérum frais normal,

exactement comme dans les réactions d'immunité où interviennent les ambocepteurs spécifiques.

M. E. Sacquépée est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 27 Juin 1914.

M. E. Maurel montre que l'acide urique urinaire ne provient pas exclusivement des purines alimentaires et qu'une partie se forme dans l'organisme; il est aussi probable que tout cet acide urique endogène ne provient pas de nos nucléo-albumines, mais en partie de nos autres albumines. — M. A. Moutier rappelle ses travaux antérieurs à ceux de MM. André-Thomas et J. Charles-Roux sur l'interdépendance de l'hypotension artérielle périphérique et de l'hypertension artérielle abdominale. — M. H. Wessberge poursuit l'étude des variations de poids subies par le cerveau de cheval immergé dans des solutions de NaCl, KCl et $CaCl^2$. C'est la substance grise qui influe le plus sur le sens du phénomène. — M. M. Doyon montre que l'emploi de la pilocarpine crée une condition favorable à la démonstration de l'existence de fibres inhibitrices dans certains troncs nerveux. — MM. P. Carnot et J. Coirre ont reconnu que le brome administré thérapeutiquement se fixe différemment suivant les animaux, les organes et les composés bromés introduits. Une grosse partie du brome est véhiculée par le sang et éliminée par le rein, les poumons; une faible partie reste fixée, plus ou moins longtemps, dans les centres nerveux, le foie, le muscle. Dans les centres nerveux, le brome ne se fixe pas sur les albuminoïdes. — M. P. Carnot et Mlle V. Cairis ont étudié la toxicité comparative du camphre suivant ses différents solvants; la solution huileuse est la moins toxique; la toxicité par voie péritonéale est sensiblement plus forte que par les autres voies. — MM. R. Argand et R. Delas ont constaté que la cellule amniotique est franchement différenciée en vue de la sécrétion; dans les cas d'hydramnios, profondément modifiée dans sa forme et dans sa structure, elle présente les altérations histologiques caractéristiques d'une hyperactivité sécrétoire. — MM. Ed. Retterer et J. Gatellier décrivent la musculature de l'appareil uro-génital dans l'espèce humaine. — M. J. Watrin montre que le corps jaune sensibilise les capsules surrénales à l'action des facteurs qui déterminent leur hypertrophie gravidique. — MM. A. Valdiguié et F. Laporte ont reconnu que certaines urines pathologiques prennent une coloration jaune d'or sous l'action des oxydants; le chauffage des urines, la stérilisation à l'autoclave n'empêchent pas cette réaction. — MM. E. Bardier et D. Clermont ont observé que les phénomènes vaso-moteurs jouent un grand rôle dans la transfusion du sang. Ils se manifestent, chez l'animal et l'homme, au niveau de l'artère radiale, sous forme d'une vaso-constriction pouvant aboutir à l'obstruction complète du vaisseau. — MM. Bull, Clerc et Pezzi communiquent leurs recherches électro-cardiographiques sur l'action de la nicotine sur le cœur du chien. — MM. Ghedini et Ollino décrivent un nouveau procédé pour la démonstration des substances vaso-motrices. Il consiste à isoler un fragment d'aorte abdominale, à chaque extrémité duquel on abouche le bout d'une burette; dans l'une on introduit le liquide à examiner et on note la vitesse de passage du liquide dans l'autre burette. Les mêmes auteurs ont déterminé par ce procédé l'activité vaso-motrice du sang veineux surrénal, pancréatique, thyroïdien et testiculaire. Le premier jouit d'une action vaso-constrictive, les trois autres d'une action vaso-dilatatrice vis-à-vis du sang veineux périphérique. — M. Petzetakis montre l'existence d'un réflexe oculo-respiratoire et oculo-vaso-moteur à l'état normal. En somme, la compression oculaire donne lieu à une excitation qui, par voie bulbaire, retentit sur l'équilibre de toutes les grandes fonctions. — M. P. Sarvonat a reconnu que l'acétone ne se détruit pas dans l'organisme de la grenouille, même quand on l'oblige à traverser le foie. — MM. J.-P. Morat et M. Petzetakis ont observé que, chez le chien, l'excitation du vague droit suscite avec facilité la fibrillation des oreillettes, à la condition d'employer des courants d'intensité moyenne ou forte, mais surtout une excitation de durée prolongée. — MM. E. Sacquépée et Delater recommandent un nouveau milieu de culture pour le méningocoque et les germes voisins; il est composé de blanc d'œuf alcalinisé, puis porté à 115°, additionné de gélose ordinaire. — MM. Edm. Sergent, H. Foley, V. Gillot et Béguet signalent la formation d'un pouvoir agglutinant et d'un pouvoir spirillicide dans le sérum des malades atteints de fièvre récurrente; ils apparaissent, après la fin du premier accès, augmentent après l'accès suivant, mais ne subsistent pas très longtemps dans les organismes guéris. — MM. L. Gaucher et Faure-Geors ont étudié une race de *Bacillus subtilis* remarquable par sa grande activité protéolytique et saccharolytique; elle se comporte, en outre, comme un ferment lactique assez puissant. — MM. Ch. Dopter et Pauron, par la saturation des agglutinines, ont séparé les paraméningocoques en trois variétés très différentes, α, β et γ. Le premier a une culture analogue à celle du méningocoque, le second une culture très visqueuse et surélevée, le troisième une culture plus sèche et plus plate. — MM. Ed. Zunz et P. Gyorgy montrent que la protoalbumose paraît se borner à précipiter le fibrinogène, tandis que l'hétéro-albumose forme avec lui un complexe, soit insoluble par lui-même, soit précipité par un excès de fibrinogène. — M. A. Prenant a étudié le développement du réseau d'Asvadourova chez le têtard d'Alyte. C'est un réseau d'origine et de nature pigmentaire, peut-être même pigmentogène, qui, après avoir fonctionné comme tel pendant un certain temps, s'adapte sans doute à une nouvelle fonction encore inconnue, en rapport avec la longévité du têtard d'Alyte. — MM. Ch. Champy et F. Coca, au sujet des cultures de tissus en plasmas étrangers, montrent que l'hétérospécificité semble nuisible à cause des substances toxiques contenues dans certains plasmas, mais pas à cause du manque de substances spécifiques utiles.

La Commission désignée sur la demande de MM. Lapicque et Legendre conclut à l'unanimité que, dans les conditions où se placent ces auteurs, des protubérances myéliniques se forment effectivement sous l'action d'une solution de cocaïne, puis régressent quand le nerf est peu à peu replacé dans ses conditions initiales, c'est-à-dire baigné dans la solution physiologique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 16 Juin 1914.

M. Rouslacroix communique les résultats obtenus par l'injection d'un immunigène typhoïdique dans 47 cas de fièvre typhoïde; dans 28 cas, l'action curative a été manifeste. — MM. M. et A. Léger ont trouvé chez un poisson du Niger, le *Tilapia lata*, une hémogrégarine et un trypanosome. — M. J. Cotte a étudié la résistance des végétaux verts aux fumigations d'acide cyanhydrique. Le blé est déjà légèrement atteint à 12 grammes de cyanure par mètre cube, mais demande pour être totalement détruit 39 grammes par mètre cube.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Juin 1914.

MM. R. W. Wood et L. Dunoyer : *L'atome de sodium peut-il vibrer en n'émettant qu'une seule des raies* D. Dès le début de ses recherches sur la fluorescence et la résonance optique des vapeurs, Wood avait signalé l'intérêt qu'il y aurait à savoir si de la vapeur de sodium, excitée par le rayonnement d'une seule des raies D, réémettrait le même rayonnement ou un rayonnement

plus complexe, comprenant à la fois D_1 et D_2. En un mot, la question était ouverte de savoir s'il était possible que de la vapeur de sodium fût rendue lumineuse, cependant qu'une seule des raies D fût émise. Les recherches de Dunoyer sur la résonance superficielle de la vapeur de sodium ont montré que l'étude expérimentale de ce problème était relativement aisée en étudiant non pas la résonance en volume, mais la résonance superficielle obtenue en formant l'image d'une flamme sodée (peu intense de préférence) sur la paroi de l'ampoule contenant la vapeur. On prend cette image comme source de lumière et on l'étudie au spectrographe. Pour que le rayonnement excitateur soit dû à l'une seulement des raies, on peut employer plusieurs méthodes. Celle qui permet d'obtenir incontestablement le plus de lumière a été indiquée par Wood. Elle consiste en un perfectionnement de l'expérience de Fizeau et Foucault sur les franges produites dans le spectre de la lumière blanche lorsqu'elle traverse deux nicols croisés entre lesquels est placée une lame cristalline parallèle à l'axe. En réalité, la lumière émise par la flamme salée passait à travers un prisme biréfringent, puis à travers la première moitié d'un condenseur aplanétique qui rendait parallèles les deux faisceaux, ordinaire et extraordinaire, avant de les diriger sur une lame de quartz parallèle à l'axe et épaisse de 32 millimètres. Au sortir de la lame de quartz, les deux faisceaux traversaient la seconde moitié du condenseur aplanétique, puis un second prisme biréfringent; ils convergeaient enfin sur la paroi du ballon. Si la lame de quartz a l'épaisseur convenable et si son axe est incliné à 45° sur les sections principales, perpendiculaires l'une à l'autre, des deux prismes biréfringents, on obtient sur la paroi du ballon quatre images de la source éclairante : deux d'entre elles sont éclairées exclusivement par D_1 et les deux autres par D_2. En réglant convenablement la position des biréfringents, on peut faire en sorte que les deux images illuminées par D_2 se superposent et soient encadrées par les deux images éclairées par D_1. C'est l'image centrale que l'on prend alors comme source de lumière pour en étudier le rayonnement au spectroscope. L'expérience montre ainsi que *le rayonnement de résonance excité par la raie* D_2 *seule ne comprend lui-même que cette raie.* Elle établit donc l'indépendance dynamique des deux modes vibratoires de l'atome de sodium, caractérisés par les raies D_1 et D_2. — **M. Georges Claude** montre plusieurs litres d'argon liquide pur, qu'il a été amené à préparer en grandes quantités en vue de l'application de ce corps dans les nouvelles lampes à incandescence; il signale quelques propriétés intéressantes de ce liquide : grande densité, 1,6 fois supérieure à celle de l'azote liquide, congélation dans l'azote liquide, fusion dans l'oxygène liquide, double particularité qui permettrait à elle seule d'identifier l'argon; enfin, extrême inusibilité de ce liquide dans l'oxygène et dans l'azote liquide, dont une faible addition à l'argon liquide suffit à reculer le point de congélation au-dessous de — 195°. — **M. Maurice de Broglie** : 1° *Analyse spectrale des rayons secondaires des rayons de Röntgen.* Les corps frappés par les rayons de Röntgen émettent un rayonnement secondaire; les recherches de Sagnac, puis de Barkla et Sadler ont depuis longtemps indiqué que ce rayonnement comprenait, surtout pour les éléments de poids atomique supérieur à 30, une forte proportion de rayons caractéristiques de la substance employée comme radiateur secondaire. Le reste paraît devoir être considéré comme de l'énergie simplement diffusée. L'auteur a cherché à appliquer à ce rayonnement secondaire les méthodes d'analyse spectrale que fournissent les réseaux cristallins et particulièrement la méthode d'enregistrement photographique qu'il a indiquée en novembre 1913. L'expérience a montré que la spectrographie des rayons secondaires était facile et pleine de promesses. Il suffit de poses de quelques dizaines de minutes pour obtenir, au moyen d'un spectrographe protégé contre les rayons primaires, des spectres présentant les raies dues aux corps illuminés. Il est à peine besoin d'insister sur les avantages de ce nouveau procédé; jusqu'à présent, en effet, il avait fallu, pour obtenir le spectre de Röntgen d'un élément, employer cet élément comme anticathode, à l'intérieur d'un tube. Outre les longueurs et les difficultés de cette opération, on était encore limité quant au choix des corps à essayer, puisque les substances volatiles, facilement fusibles, ou pulvérulentes, devaient être écartées. Avec le dispositif actuel, la substance à essayer, enveloppée au besoin d'un sac en papier mince qui laisse passer les rayons incidents et secondaires, est simplement placée à quelques centimètres d'un tube ordinaire (4 milliampères). L'examen du spectre révèle la présence des éléments dont on obtient les raies : *Il n'est donc en aucune façon irréalisable d'analyser chimiquement un corps sans le toucher, ni l'abîmer, ni le manipuler en aucune façon.* La simplicité des spectres des rayons de Röntgen rend aisée la reconnaissance des éléments présents. Les mesures montrent qu'en première approximation, la position des raies vérifie la formule de Moseley qui relie le rang N des éléments dans la classification périodique à la longueur d'onde de leurs raies homologues, dans le cas des éléments dont les spectres viennent d'être obtenus pour la première fois. 2° *Expériences d'absorption.* M. de Broglie projette plusieurs clichés relatifs au spectre d'une anticathode de platine et obtenus avec interposition d'écrans variés entre le cristal tournant analyseur et la plaque photographique. On voit que, notamment dans le cas d'un écran de cuivre (1/100 de millimètre d'épaisseur), une région absorbée sélectivement apparaît brusquement après celle des deux raies du cuivre qui a la longueur d'onde la plus courte, quand, partant de cette raie, on parcourt le spectre vers les petites longueurs d'onde. L'interposition d'un écran d'argent se traduit par un effet analogue dans la région de la première bande dont la tête est voisine de la raie 5°40′ de cet élément. Ces phénomènes d'absorption sont également présentés par les sels et demandent, pour être nets, que le fond continu du spectre soit assez intense.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Juin 1914.

MM. Ch. Moureu et G. Mignonac, reprenant une réaction indiquée en 1904 par Louis Meunier, ont fondé sur cette réaction une méthode générale permettant de distinguer les amines primaires ou secondaires des amines tertiaires. Les amines primaires ou secondaires réagissent sur le bromure d'éthylmagnésium avec dégagement d'une molécule d'éthane, tandis que les amines tertiaires ne donnent lieu à aucun dégagement gazeux. La méthode s'applique aux bases possédant plusieurs fois la fonction amine, chaque fonction se comportant comme si elle était seule : il y a dégagement d'une molécule d'éthane pour chaque fonction amine, primaire ou secondaire. Les essais ont porté sur 39 bases, dont 28 types différents. L'opération est très rapide (quelques minutes), et n'exige que très peu de substance (1 gramme ou moins), facile d'ailleurs à récupérer. Les volumes de gaz qu'on a à mesurer sont de l'ordre de quelques centaines de centimètres cubes. La méthode pourra rendre des services pour l'établissement des formules de constitution. L'exemple des diphénylhydrazines est très net à cet égard : la diphénylhydrazine symétrique $C^6H^5AzH.AzHC^6H^5$ dégage 2 molécules d'éthane, et la diphénylhydrazine non symétrique $(C^6H^5)^2Az.AzH^2$ n'en dégage qu'une seule. — **MM. A. Gautier et P. Clausmann** : *Le fluor dans les eaux minérales.* Le fluor avait été signalé dans plusieurs eaux minérales. Aucune méthode n'avait permis jusqu'ici de le doser avec certitude. Celle des auteurs, fondée sur l'absorption des fluorures

par les précipités barytiques ou magnésiens, a été appliquée facilement à plus de cinquante eaux minérales de toute nature, froides ou chaudes, météoriques ou éruptives. Les résultats peuvent être résumés comme il suit : Le fluor existe dans toutes les eaux minérales à des doses variant de 0 milligr. 15 à 6 milligr. 32 par litre, répondant à 14 milligrammes de fluorure sodique. Les eaux les plus riches en fluor sont celles d'origine éruptive ou volcanique (Vichy, Royat, Cauterets, Plombières, Celerico, Linderello)... Les eaux froides superficielles sulfatées calciques peuvent contenir jusqu'à 2 milligrammes de fluor par litre. Dans les eaux minérales de cette nature (alcalines, chlorurées, sulfureuses, etc.), le fluor n'est pas lié à la température et n'augmente pas avec elle. Dans les eaux de même origine, de mêmes stations thermales ou non, le fluor augmente généralement avec la richesse en sels, mais il y a quelques exceptions. Les eaux silicatées chaudes et sulfureuses ou sulfhydriques sont celles où la proportion de fluor est le plus élevée par rapport à leur résidu salin. Dans les eaux de Plombières, le fluorure de sodium forme la 70e partie, et dans celle de Celerico la 38e partie du poids du résidu sec. Un même groupe hydrominéral, une même localité peut fournir des eaux très différemment fluorées. Dans les eaux de mer, quels que soient le point et la profondeur, le fluor oscille toujours autour de 0 milligr. 30 par litre. Les séismes font varier beaucoup la quantité du fluor qui augmente généralement. L'association du fluor au bore, au silicium, au chlore, au soufre, au cuivre quelquefois, caractérise les eaux vierges ou éruptives. — M. L. C. **Maillard** entretient la Société de ses recherches sur la *synthèse de polypeptides par action de la glycérine sur le glycocolle.*

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Mai 1914.

La Société procède à l'élection annuelle de 15 nouveaux membres. Sont élus : MM. **E. J. Allen, R. Assheton, G. T. Bennett, R. H. Biffen, A. E. Boycott, Cl. Cuthbertson, H. H. Dale, A. S. Eddington, E. J. Garwood, T. H. Havelock, T. M. Lowry, D. M. Paton, S. Ruhemann, S. W. J. Smith** et **T. E. Stanton.**

1° Sciences mathématiques. — Lord **Rayleigh** illustre par quelques calculs le théorème de Fourier dans le cas où la courbe originale contient une discontinuité et dans celui où on l'élimine. — Le même auteur présente quelques recherches sur la théorie des longues ondulations et des trous. — M. **E. N. da C. Andrade** : *Le flux dans les métaux sous de fortes tensions constantes.* Lorsque des fils de métaux simples sont étirés par des forces considérables, en prenant des précautions pour maintenir la tension constante lorsque le fil s'amincit, la longueur à un temps t quelconque peut être exprimée par la formule empirique $l = l_0 (1 + \beta t^{1/3}) e^{\lambda t}$. Des fils de mercure distillé pur amenés à l'état solide obéissent à la même loi. Les diverses formes de courbes temps-extension observées pour différents métaux à la température ordinaire peuvent être obtenues avec le même métal (plomb) en choisissant convenablement les températures, les constantes de la formule variant avec la température. A une température donnée, quand la tension augmente, la constante β tend vers une valeur constante. Les alliages doubles, qui possèdent une microstructure très différente de celle des métaux simples, donnent une forme différente de la courbe temps-extension ; le fil s'adoucit à une certaine période du flux, au lieu de se tremper continuellement jusqu'à une limite, comme pour les métaux simples.

2° Sciences physiques. — M. **A. Schuster** montre que la méthode de Newcomb pour rechercher les périodicités n'est applicable que dans des cas spéciaux, les résultats obtenus étant en général difficiles à interpréter. Appliquée au cycle de temps de 35 ans de Brückner, elle n'apporte aucune confirmation de la réalité de ce cycle, bien qu'elle semble spécialement adaptée au type de fluctuations périodiques envisagées par Brückner. — M. **G. I. Taylor** : *Le mouvement tourbillonnaire dans l'atmosphère.* L'auteur discute théoriquement la fonction des tourbillons comme convecteurs de chaleur et de moment à travers un fluide. Il montre que les mesures de la température de l'air sur le Grand Banc de Terre-Neuve conduisent à la conclusion que des tourbillons s'étendent au-dessus de la mer jusqu'à une hauteur d'au moins 800 mètres et qu'il n'y a pas de diminution appréciable de leurs dimensions ou de leur intensité à cette hauteur. En supposant une quantité uniforme de mouvement tourbillonnaire, on peut calculer la vitesse du vent à diverses hauteurs du sol ; on trouve des résultats concordant avec les plus récentes observations faites sur la plaine de Salisbury. — Sir **J. Larmor** et M. **J. S. B. Larmor** : *La protection contre la foudre et l'étendue de la protection garantie par les paratonnerres.* Pour les auteurs, c'est le sommet du bâtiment lui-même, et non du paratonnerre, qui attire la décharge électrique, et la fonction d'une simple tige est simplement de l'éloigner le plus sûrement. Mais un certain nombre de paratonnerres distribués sur un toit, et reliés effectivement à la terre par un conducteur, peuvent, par leur action combinée, élever la partie la plus intense du champ du sommet du bâtiment jusqu'à la région qui entoure leurs pointes, et ainsi obvier au danger (ou le mitiger beaucoup) d'une décharge venant d'en haut sur le bâtiment qu'ils recouvrent. — M **E. Wilson** : *Influence de la température sur les propriétés du fer protégé magnétiquement.* Les expériences montrent que la perméabilité du « stalloy » (alliage de fer) en anneau peut être augmentée fortement en forçant le métal à se refroidir dans l'intervalle de température auquel il devient magnétisable pendant le temps qu'il est protégé contre l'influence du magnétisme terrestre et soumis à une force magnétisante. On a obtenu ainsi des valeurs de la perméabilité supérieures à 10.000. Un trait caractéristique de la courbe de perméabilité et d'induction magnétique est que plus la perméabilité maximum est élevée, plus la perméabilité est faible pour les hautes valeurs de l'induction.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Juin 1914.

M. **C. H. Lees** : Sur le rapport entre la méthode des moindres carrés et la méthode de Fourier de calcul des coefficients d'une série trigonométrique pour représenter une fonction donnée ou une série d'observations. D'après l'auteur, la méthode de Fourier donne les valeurs les plus probables des coefficients, parce qu'elle rend minimum la somme des carrés des erreurs aux points d'observation. — M. **F. E. Smith** présente un magnétographe pour mesurer les variations de l'intensité horizontale du champ magnétique terrestre. Dans les instruments unifilaires pour enregistrer les variations de H, si θ est l'angle que le système magnétique fait avec le méridien magnétique, M le moment de l'aimant et H l'intensité horizontale du champ terrestre, il y a équilibre quand $MH \sin \theta = T\Phi$, où Φ est la torsion de la fibre et T une constante. Dans l'instrument décrit, Φ peut être grand ou petit, mais il faut qu'il soit grand pour obtenir une haute sensibilité. Le système magnétique est supporté par une fibre de quartz, et on obtient un amortissement apériodique critique par une aile d'aluminium et deux plaques d'amortissement parallèles. Pour diminuer la sensibilité, on raccourcit la longueur effective de la fibre. La sensibilité moyenne de l'instrument est de 3 mm. pour une variation de H de 0,00001 unité C. G. S. — M. **A. G. Shrimpton** a déterminé le poids

atomique du cuivre par électrolyse en opérant sur 4 cellules de cuivre séparant 2 cellules d'argent placées en série. La moyenne de dix déterminations a donné 65, 563, avec une erreur moyenne de $\pm$ 0,003. L'auteur indique les moyens d'obtenir un dépôt cohérent uniforme de métal pur.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Mai 1914 (fin).

M. Ch. E. Roberts confirme les résultats de Fraenkel sur les alliages Al-Si; ils forment une simple série eutectifère, l'eutectique fondant à 578°. — **MM. W. N. Haworth** et **A. Th. King**, en condensant l'oxalate d'éthyle avec l'*as*-diméthylsuccinate d'éthyle en présence de C^2H^5ONa, ont obtenu un acide lactonique en relation avec le camphène, ce qui confirme pour ce dernier la formule de Wagner. — **M. P. C. Ray**, en faisant réagir le chlorhydrate d'éthylènediamine sur le nitrite d'Ag, a obtenu un mononitrite $C^2H^4(AzH^2)^2\,HAzO^2$. Il a préparé également le nitrite de benzylméthylammonium et le dinitrite de diméthylpipérazinium; à côté de ce dernier, il se forme du nitrite de nitrosodiméthylpipérazinium. — **MM. J. C. Irvine** et **T. P. Hogg** ont préparé le monométhylglucose aux dépens de la glucose-diacétone sous ses deux formes : α, F. 160°,5 — 161°, $[\alpha]_D = +107°,6$; β, F. 133°,5 — 135°, $\alpha]_D = +24°,4$. Les deux formes présentent la mutarotation et au bout de quelque temps leurs solutions ont le même pouvoir rotatoire +68°,4. — **M. J. C. Cain** et **Mlle F. M. G. Micklethwait** ont constaté que la benzidine et la tolidine se condensent avec les réactifs des *o*-diamines tels que le benzile et le glyoxal pour former des composés du type :

$$\begin{array}{c} C^6H^4.Az : CR \\ | \qquad\quad | \\ C^6H^4.Az : CR. \end{array}$$

— Les mêmes auteurs, par nitration de la diacétyltolidine, ont obtenu un isomère, F. 202° — 203°, de l'*o*-dinitrotolidine fondant à 270°. De même, ils ont préparé trois nouvelles *m*-dinitrotolidines, F. 205° — 206°, 263° et 284°, isomères de celle qui fond à 217°. Ces composés peuvent être représentés par les formules stéréochimiques de Kaufler pour le diphényle. — **MM. W. Reeve** et **S. Smiles** ont préparé le sulfure de di-β-naphtylamine $(AzH^2.C^{10}H^6)^2S$, F. 166°, et celui de di-méthyl-β-naphtylamine, F. 145°. — **MM. B. Ghosh** et **S. Smiles**, en faisant réagir certains dérivés thioliques sur la β-naphtasulfonium-quinone, ont obtenu des dérivés thioliques de la dinaphtathioxine. — **M. H. K. Sen-Gupta** a constaté que les hydroxyméthylène-cétones se condensent facilement avec le cyanacétamide en présence de pipéridine ou de diéthylamine en donnant naissance à des composés hétérocycliques des séries pyridique et quinolique ou isoquinolique, avec élimination d'une ou deux molécules d'eau. — **M. A.-G. Perkin** montre que le glucoside, nommé *thujine*, $C^{20}H^{22}O^{12}$, isolé du *Thuja occidentalis* par Rochleder et Kawalier, est en réalité de la quercitrine contaminée par une trace d'un second glucoside, qui est peut-être un glucoside de la myricétine. La quercitrine fond en réalité à 183-185°; sa formule est $C^{21}H^{20}O^{11}.H^2O$, et elle peut être obtenue anhydre à 160°. — **M. H. L. Snape** donne les valeurs corrigées des pouvoirs rotatoires de la *d*- et de la *l*-isoamarine et de leurs tartrates respectifs.

Séance du 21 Mai 1914.

M. W.-R. Bousfield propose une nouvelle loi de dilution $\alpha^2/(1-\alpha) = K(h-n)^{1/2}$; en l'employant concurremment avec les relations osmotiques, il est possible de déterminer α et *n*. Les valeurs de α et *n*, obtenues indépendamment d'après les points de congélation et les pressions de vapeur, concordent bien, et donnent pour *n* à une dilution infinie des valeurs qui concordent également avec celles qu'on déduit des conductivités. Les calculs ont porté sur LiCl, KCl et NaCl. — **MM. F.-H. Carr** et **F.-L. Pyman** ont caractérisé plus exactement les sels de céphaeline, émétine et psychotrine, bases retirées de l'ipécacuanha. Les deux premières sont des bases secondaires-tertiaires; l'émétine est l'éther O-méthylique de la céphaeline; la psychotrine donne par réduction un mélange de céphaeline et d'isocéphaeline. — **M. H. Green**, à propos d'un récent travail de Powell, rappelle qu'il a autrefois exprimé la relation entre la viscosité et la concentration des solutions de sucre par la formule $\eta_x = \eta_0 A^{v/w}$, où *v* et *w* sont les volumes du corps dissous et du solvant, laquelle formule exprime bien les résultats expérimentaux. — **M. J. Knox** et **Mlle H.-R. Innes** ont préparé des composés d'addition de la phénanthraquinone et des sels métalliques $ZnBr^2$, ZnI^2, $CdCl^2$, $CdBr^2$, CdI^2, $HgBr^2$. — **MM. R. Meldola** et **W.-F. Hollely** ont préparé un certain nombre de dérivés quinone-ammonium contenant des groupes naphtolazoïque et triazoïque à la place d'un ou deux des groupes nitrés de la 2:6-dinitro-4-triméthylammonium-1-benzoquinone. — **MM. J.-J. Graham** et **T.-F. Winmill** ont étudié la température à laquelle a lieu l'oxydation de CO en CO^2 par I^2O^5 et l'influence d'autres gaz sur cette réaction. Ils proposent une forme modifiée de l'appareil de Haldane pour la détermination rapide de CO à 0,2 °/₀ près par cette méthode. — **M. H.-P. Barendrecht** décrit un nouvel appareil à distiller en cuivre, qui permet l'estimation de l'alcool dans un liquide fermenté en contenant 2 à 3 °/₀, en concentrant automatiquement et en une seule opération tout l'alcool dans 1/20 de son volume original. — **MM. W.-H. Mills, H.-V. Parker** et **R.-W. Prowse** ont préparé l'acide 5-nitrohydrindène-2-carboxylique $AzO^2.C^6H^3 < \begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix} > CH.CO^2H$ et l'ont résolu en deux antimères au moyen de son sel de quinine. Ce résultat est dû à la disposition asymétrique du groupe nitré par rapport aux deux groupes méthylène : en méta par rapport à l'un et en para par rapport à l'autre. — **Mlle G.-M.** et **M. R. Robinson** ont préparé les produits de condensation de la cotarnine et du méthylhydrate d'isoquinoline avec divers dérivés phénoliques et de l'hydrastinine avec elle-même. — **Mlle M. Boyle** a déterminé les conductivités moléculaires des acides iodo-anilinesulfoniques; l'iode en ortho par rapport au groupe aminé produit une augmentation considérable de la conductibilité moléculaire. — **MM. S. English** et **W.-E.-S. Turner** ont cherché à déterminer la température et l'étendue de la décomposition de NaCl par la vapeur d'eau. A 500°, il n'y a pas d'action appréciable; à 700°; elle devient reconnaissable et augmente lentement jusqu'à 1.000°. La vapeur qui se dégage est acide et le résidu alcalin. — **MM. F.-W. Kay** et **A. Morton** ont fait la synthèse d'une nouvelle classe de terpènes, les benzoterpènes, par action du réactif de Grignard sur les divers dérivés de l'acide α-naphtoïque.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 21 Avril 1914.

M. E. G. Beckett : *La détermination de l'azote dans le coton-poudre par le moyen du nitromètre.* D'après l'examen du gaz dégagé, de l'acide sulfurique employé et de l'acide sulfurique résiduel, la méthode ordinaire au nitromètre pour déterminer l'Az du coton-poudre donne des résultats corrects. L'oxyde nitrique dégagé contient un peu de CO^2, CO, SO^2 et Az; l'acide sulfurique résiduel renferme un peu d'Az; mais l'acide sulfurique employé contient également de l'Az, dont une partie se dégage pendant le dosage. Ces erreurs se

balancent à peu près, et en considérant l'oxyde nitrique comme pur et contenant tout l'Az du coton-poudre on arrive à des résultats corrects. La méthode où l'on ajoute un peu d'eau donne des résultats légèrement supérieurs à la précédente.

SECTION DE LONDRES

Séance du 4 Mai 1914.

M. R. C. Parsons décrit un appareil destiné à la mesure automatique et à l'introduction de produits chimiques, spécialement en vue de la purification des eaux. — **M. O. Nagel** a étudié l'application des jets au mélange des fluides. — **MM. W. R. Hodgkinson** et **F. R. Hoore** ont constaté que les métaux qui forment des amides (Cu, Zn, Cd, Ni) réagissent avec les solutions alcooliques ammoniacales de tétranitrométhane pour donner des composés cristallisés du type $C(AzO^2)^3AzH^4(C^2H^5)^2AzH^4H^2O$.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 26 Janvier 1914.

MM. J.-W. Cobb et **G. Dougill** communiquent quelques expériences sur la corrosion par l'oxygène dissous dans l'eau. Si l'on fait passer de l'eau dans un tube de fer incliné chauffé vers le bas, la plus grande partie de l'O dissous dans l'eau ne se retrouve pas dans l'eau ou les gaz qui sortent du tube, mais a été absorbée par celui-ci. Elle sert probablement à rouiller le fer, car une grande quantité de rouille se forme à l'intérieur. Près de la moitié de la perte de l'oxygène a lieu dans la partie chauffée du tube, le reste dans la partie immédiatement adjacente. L'expulsion des gaz de l'eau par une ébullition préalable empêche la formation de rouille dans le tube; on y arrive également en traitant l'eau froide saturée d'air par NaOH et le sulfate ferreux.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Avril 1914.

M. W. Lepke : *Recherches sur la susceptibilité magnétique du manganèse et du chrome, à l'état massif et à l'état pulvérulent.* D'accord avec les récentes expériences de M. Ihde, l'auteur trouve que le manganèse et le chrome, au point de vue des variations de la susceptibilité magnétique, pour des intensités de champ variables, se comportent comme des substances ferro-magnétiques, bien que l'ordre de grandeur des valeurs observées ne se distingue en rien de celui des matières para-magnétiques. Comme les traces de fer présentes dans les échantillons étudiés s'y trouvent à l'état de cristaux mixtes, elles ne sauraient influer en rien sur les susceptibilités observées; aussi le manganèse et le chrome purs sont-ils également ferro-magnétiques. Le manganèse et le chrome massifs présentent également des maxima de susceptibilité, correspondant à environ 1.400 gauss. Les poudres de manganèse et de chrome sont caractérisées par des susceptibilités plus grandes que les morceaux compacts; l'auteur observe toutefois des accroissements de susceptibilité bien moins considérables que M. Ihde. A mesure qu'augmentent les intensités de champ, on voit du reste les susceptibilités correspondant aux substances massives et pulvérulentes se rapprocher les unes des autres; pour les champs suffisamment intenses, elles doivent, d'accord avec les hypothèses de M. Ihde, finir par coïncider. — **M. J. Chadwick** : *Distribution d'intensité dans le spectre magnétique des rayons β du radium B et C.* L'auteur étudie la distribution d'intensité dans le spectre magnétique des rayons β du radium B et du radium C, par la méthode de dénombrement et par celle d'ionisation. Il fait voir que les rayons β donnent un spectre continu, auquel se superpose un spectre de lignes d'une intensité relativement très faible; ce n'est que dans la région des rayons β lents qu'il existe quelques lignes plus intenses. Ces résultats semblent, à première vue, contredire les résultats obtenus au moyen d'inscriptions photographiques et qui avaient fait croire que les rayons β de la plupart des éléments radioactifs se composent essentiellement de groupes individuels de rayons homogènes. Or, l'apparent désaccord entre les expériences électriques et photographiques s'explique par l'extrême sensibilité que la plaque photographique présente par rapport aux faibles fluctuations d'intensité. — **M. A. Pospielow** : *Sur la décroissance de la luminescence des gélatines colorées, sèches ou humides.* On sait, depuis les expériences d'E. Wiedemann, que les substances fluorescentes, telles que les solutions aqueuses de gélatine renfermant de l'éosine, peuvent se convertir en substances phosphorescentes, en réduisant de plus en plus leur mobilité moléculaire par l'addition de quantités décroissantes de glycérine, qu'on laisse sécher. L'auteur, en reprenant l'étude de ces phénomènes, a observé que la décroissance de la phosphorescence de ces gélatines est représentée par une fonction exponentielle et qu'elle est plus lente chez une gélatine récemment séchée que chez une gélatine humide. Les membranes de gélatine faiblement teintes d'éosine présentent une grande sensibilité à la lumière. — **M. G. Quincke** : *Les nuages ioniques dans l'air humide détendu.* L'auteur étudie en détail les nuages se produisant au sein de l'air saturé de vapeur d'eau et subitement détendu dans un champ électrique, en présence de rayons X ou du radium. Ces nuages, photographiés par M. C.T.R. Wilson, présentent des formes analogues aux croissances des sels métalliques et aux figures de Lichtenberg sur les gâteaux de résine. — **M. E. Waetzmann** : *Sur la forme de mouvement des corps élastiques frappés par des ondes acoustiques.* L'auteur fait voir que, dans le cas d'ondes stationnaires, il se produit, à côté des fluctuations primaires de la pression et de l'excès de pression mono-latéral, des composantes de fluctuations de pression d'une périodicité nouvelle; il fait ressortir l'importance de ces phénomènes pour la théorie des mouvements des corps élastiques. — **M. E. Gehrcke** : *Au sujet de la théorie du dédoublement électrique de la série de l'hydrogène.* L'auteur fait voir que le modèle mécanico-électromagnétique indiqué par lui représente la plupart des observations jusqu'ici faites au sujet du dédoublement électrique des lignes de série de l'hydrogène : rapports d'intensité des composantes intérieures et extérieures et leurs relations avec l'intensité du champ et le numéro de série, polarisation des composantes, asymétrie du dédoublement, etc. — — **M. E. Gumlich** : *Dispositif d'astasie pour magnétomètres.* On essaie, en général, de donner aux magnétomètres la haute sensibilité requise pour mesurer les susceptibilités magnétiques correspondant aux champs très faibles, en affaiblissant la force directrice terrestre au moyen d'un ou de plusieurs aimants. L'auteur propose de remplacer cette méthode par l'emploi d'une bobine creuse permettant d'établir un champ homogène, facilement réglable et localement limité, et à l'intérieur de laquelle on dispose le magnétomètre. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Mai 1914.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. B. Kalicun** : Sur les produits des images projectives courbes dont les porteurs sont des courbes planes unicursales. III. — **Mlle L. Poelzl** : Déduction de l'équation différentielle partielle d'Hamilton pour des mouvements non libres du principe de moindre action.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. F. Ehrenhaft** décrit une nouvelle méthode pour mettre en évidence et

mesurer la pression de radiation. Des particules sphériques d'or ou de mercure (préparées suivant la méthode de l'auteur) tombent lentement et verticalement dans la partie faiblement éclairée par des rayons diffus d'un condensateur. Si l'on dirige sur elles un faisceau lumineux intense, elles reçoivent immédiatement une impulsion horizontale dans la direction de propagation du faisceau éclairant. Ce phénomène est la conséquence de la pression de radiation, et l'on peut en mesurer l'intensité d'après la grosseur des particules et la déviation de leur trajectoire. — M. **G. Jäger** donne une formule pour la perte de poids que subit une sphère chaude de la part du courant d'air ascendant qu'elle produit elle-même par réchauffement de l'air environnant. — MM. **R. Kremann, R. Meingast** et **F. Gugl** montrent que les mélanges binaires normaux ou idéaux sont ceux qui ne présentent au moment du mélange ni variation de volume, ni production de chaleur; ce cas spécial ne se réalise que quand les pressions critiques des composants sont égales. Lorsque ce n'est pas le cas, de la chaleur est toujours absorbée par le mélange, et le signe de la variation de volume dépend du rapport p_1/p_2 des pressions critiques des composants. — Les mêmes auteurs ont étudié les tensions superficielles des mélanges binaires; dans le cas idéal, l'énergie superficielle moléculaire est additive; dans les cas anormaux, l'écart est en général négatif; on ne l'a trouvé positif que dans deux cas. — Enfin, les mêmes auteurs ont constaté que le frottement interne des mélanges binaires de deux liquides normaux ne paraît pas être une propriété additive; une direction négative des courbes de frottement paraît être plutôt la normale; en cas de direction positive, on est fondé à l'attribuer à l'existence de combinaisons dans le mélange, bien que la réciproque ne soit pas vraie. — MM. **A. Skrabal** et **S. R. Weberitsch** ont déterminé les coefficients de température des réactions réciproques de l'équilibre iode-iodate; ils ont trouvé des valeurs variant de 100 à 0,8; théoriquement, la limite supérieure est infinie; la limite inférieure est fixée par le caractère incomplet des réactions fortement endothermiques aux basses températures. — M. **A. Kurtenacker** : Cinétique de la réaction bromate-nitrite. — MM. **R. Kremann** et **J. Lorber** ont poursuivi l'étude de la séparation électrolytique des alliages en opérant sur des bains contenant du sulfate de fer et du chlorure de manganèse avec de la glycérine. — M. **F. Preissecker** a fait réagir divers dérivés organomagnésiens sur le 1 : 2-oxynaphtoate de méthyle. Le carbinol qui se forme perd facilement H^2O en donnant des alkylènes non saturés quand c'est un dérivé alkylique, et des méthylènequinones à coloration intense quand c'est un dérivé alphylique. — M. **H. Nowak** a condensé le 1 : 3-dioxy-2-naphtoate d'éthyle avec le benzaldéhyde et HCl; il se forme du 1-chlorobenzyl-2 : 4-dioxynaphtoate 3-éthylique, qui réagit facilement avec l'eau, les alcools, etc. — MM. **R. Kremann** et **N. Schniderschitz** n'ont pas retrouvé sur les courbes de refroidissement en fonction du temps de la codéine et de la narcotine les transformations polymorphiques décrites par Gaubert.

3° Sciences naturelles. — MM. **R. Sturany** et **A. J. Wagner** ont étudié les Mollusques terrestres à coquille de l'Albanie et des régions voisines. Ils décrivent 146 espèces et sous-espèces, dont 33 nouvelles. Cette étude les conduit à des conclusions zoogéographiques importantes. — M. **E. Kratzmann** a étudié l'action physiologique des sels d'aluminium sur les plantes. Il a observé, sous l'influence d'une addition de nitrate d'Al au liquide nutritif, une transformation de l'anthocyane du rouge au bleu, puis une diminution de la formation de l'amidon chez l'*Eloden*. Chez les plantes supérieures, l'addition de sels d'Al à très petites doses peut stimuler la croissance; à plus haute dose, elle l'empêche. — M. **B. Löffler** a étudié au point de vue anatomique le développement du tronc et des vrilles d'une liane grimpante, le *Bauhinia*. — M. **F. Leitmeier** a étudié les stades de transformation de l'olivine en serpentine dans le gisement de Kraubath en Styrie. Le principal agent de cette transformation serait d'après lui une eau minérale ascendante riche en CO^2. — M. **A. Prey** communique la suite de ses recherches sur l'isostasie dans les Alpes. En admettant que la masse visible des Alpes est complètement compensée par un défaut de masse souterrain invisible, il calcule le déplacement de la surface de niveau causé par le complexe total des masses. Celui-ci serait de 12 à 13 mètres dans le sens d'une élévation; la surface de niveau la plus fortement élevée se trouverait à 2.200 m. d'altitude.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Avril 1914 (suite).

2° Sciences physiques (*suite*). — MM. **J.-D. van der Waals** et **A.-F. Holleman** présentent un travail de MM. **A. Smits** et **A.-H. W. Aten** : *L'application de la théorie de l'allotropie aux équilibres électromoteurs.* II (communication préliminaire). Un métal présentant le phénomène de l'allotropie doit, lorsqu'il est plongé dans un électrolyte, émettre diverses espèces d'ions. Il résulte de là que, si l'on produit l'électrolyse entre électrodes métalliques qui ne sont pas en équilibre interne, le métal anodique doit devenir plus noble et positif par rapport à une électrode auxiliaire du même métal, mais en équilibre interne, tandis que le métal cathodique doit devenir moins noble et par conséquent négatif. L'examen de divers métaux, à ce point de vue, a appris qu'il y a divers types : Il y a des métaux qui se mettent très rapidement en équilibre (argent, cuivre, plomb); d'autres le font très lentement (nickel); d'autres enfin sont intermédiaires (cadmium). Le bismuth et le fer subissent une influence catalytique. Enfin, l'aluminium présente des particularités intéressantes, indiquant la formation d'une couche superficielle de grande résistance.

3° Sciences naturelles. — MM. **H.-J. Hamburger** et **C.-A. Pekelharing** présentent un travail de M. **E. Laqueur** : *Sur la durée de la survivance d'organes isolés, à fonction automatique, de Mammifères.* Des morceaux isolés d'intestin de mammifère peuvent être conservés à l'état vivant beaucoup plus longtemps qu'on ne l'a observé jusqu'ici pour aucun autre organe automatique de mammifère. A cet effet, le milieu dans lequel se trouvent les morceaux doit être renouvelé de temps en temps et il faut surtout que la température soit basse. — MM. **F.-A.-F.-C. Went** et **J.-W. Moll** présentent un travail de Mlle **L.-C. Doyer** : *Transformations d'énergie pendant la germination de grains de froment.* La perte d'énergie, déduite de la chaleur de combustion, ainsi que le dégagement de chaleur augmentent avec la durée de la germination; c'est surtout au troisième jour qu'ils augmentent rapidement. Le dégagement de chaleur dépend fort de la température, qui présente un optimum vers 35°. L'énergie dépensée pendant la germination dépasse la perte d'énergie sous une forme calorifique; une partie de l'énergie est donc dépensée sous une autre forme (travail osmotique par exemple) que sous forme de travail chimique.

J.-E. V.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 15 15 AOUT 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

H. Kronecker. — Le 10 juin dernier ont été célébrées à Berne, avec une émouvante simplicité, les funérailles du professeur de Physiologie Hugo Kronecker. Quoique âgé de soixante-quinze ans, il professait encore, dirigeant avec une remarquable activité les travaux de l'Institut à la construction duquel il avait présidé il y a vingt ans et auquel il avait voulu que l'on donnât le nom de Hallerianum, en souvenir du grand physiologiste bernois, Albert de Haller.

La mort d'Hugo Kronecker met en deuil tous les physiologistes, dans le monde entier; car les sympathies qu'avait su conquérir le professeur de Berne étaient universelles. La mort le frappa subitement, sans d'ailleurs le surprendre, car il se savait atteint; selon toute vraisemblance, il a succombé à une rupture de l'aorte. Il revenait de Berlin où il s'était rendu, pendant les fêtes de la Pentecôte, pour y voir sa fille et son gendre le Professeur Fleischman ; il s'arrêta pour quelques heures à Nauheim et c'est là qu'il tomba foudroyé. Il était frère du mathématicien Léopold Kronecker, dont la haute valeur a été appréciée en France aussi bien qu'en Allemagne.

Nous ne pouvons songer à analyser l'œuvre considérable et complexe du physiologiste de Berne ; sa mort est d'ailleurs trop récente pour permettre une telle étude. En écrivant ces lignes, nous n'avons d'autre but que d'associer la *Revue* à l'hommage immédiat qu'il convient de rendre à cet homme éminent.

Il avait étudié la médecine à Berlin, à Heidelberg et à Pise, était devenu ensuite assistant de Traube; déjà, pendant qu'il suivait les cours d'Helmholtz à Heidelberg, il avait révélé son goût pour la physiologie, et, sous la direction de Wundt, avait commencé à étudier certaines particularités de la contraction musculaire ; puis il subit l'excellente influence de Kühne qui, sortant à ce moment du laboratoire de Claude Bernard, se signalait par ses travaux sur la digestion et sur les transformations des matières albuminoïdes.

C'est en 1868 que Kronecker devint assistant de Carl Ludwig au Laboratoire de Physiologie de Leipzig. Nous n'avons pas à dire ici quels furent les mérites du maître auquel Kronecker s'attacha définitivement, mais nous avons le droit de rappeler que, si l'école de Ludwig prit à cette époque un si remarquable développement, c'est en partie à Kronecker qu'on le doit. Tous les physiologistes qui, pendant l'assistance de Kronecker, de 1868 à 1877, fréquentèrent le laboratoire de Leipzig partageront pleinement, sans doute, cette opinion. Rappelons ici les noms de quelques-uns d'entre eux, parmi lesquels, hélas! plus d'un a précédé Kronecker dans la tombe : Alexandre Schmidt, E. de Cyon, J. Dogiel, N. O. Bernstein, J. J. Worm Müller, T. Lauder-Brunton, P. Schweigger Seidel, C. Dittmar, O. Schmiedeberg, Schwalbe, Lépine, F. Miescher, P. Heger, Ustimovitsch, Owjannikow, Tappeiner, Baxt, Lesser, Hammarsten, H. P. Bowditch, E. von Fleischl, Tschiriew, Ch. Sedgwick-Minot, Gaskell, W. Stirling, Luciani, Mosso, Fano, Hairansky, tels sont ceux qui nous reviennent à la mémoire.

Kronecker se trouvait à l'aise dans ce milieu international : il parlait l'anglais, l'italien, le français; il trouvait mille occasions de développer, conjointement avec Ludwig, son admirable activité et surtout cet altruisme qui, au cours de toute sa vie, ne se démentit jamais.

En 1884, Kronecker fut appelé à Berne ; l'enseignement de la Physiologie, dans la capitale de la Suisse, avait été auparavant confié à Valentin, puis à Luchsinger et temporairement à Grützner. Kronecker se proposa de construire un Institut outillé conformément aux exigences de la science moderne et d'y continuer les traditions de Leipzig. Ce fut, sans aucun doute, un grand sacrifice personnel que consentit Kronecker par le fait de ce changement de patrie, mais la perspective de la haute mission qu'il prévoyait devoir remplir à Berne l'entraîna vers la Suisse, et désormais il se consacra tout entier à son pays d'adoption. En 1895, Kronecker réunissait dans son nouvel Institut le Congrès international des Physiologistes, qu'il avait personnellement contribué à fonder : car c'est chez lui, à Berne, qu'au début du mois de septembre 1888, cette fondation fut décidée.

Une autre institution internationale est due en

grande partie à son initiative, et celle-ci intéresse particulièrement la France. Kronecker professait pour Marey une profonde estime et une grande amitié; après la mort du grand physiologiste français, Kronecker s'occupa très activement de faire en sorte que son œuvre se perpétuât dans l'Institut Marey, dont il fut élu président en 1906.

Kronecker collabora aussi, avec Mosso, à la création du Laboratoire international du Mont-Rose, où il étudia spécialement les causes du « mal de montagne ».

Allemand de naissance, professeur à Berne, membre des Sociétés scientifiques de la plupart des pays d'Europe et d'Amérique, Kronecker était vraiment un citoyen du monde; il personnifiait cette science internationale qui, à l'heure présente, prépare l'avènement du pacifisme. Sous sa direction, le Hallerianum de Berne devint, lui aussi, comme autrefois le laboratoire de Ludwig, un centre international où les physiologistes de tous pays trouvèrent toujours l'accueil le plus amical et les plus utiles conseils.

Dans ses travaux personnels, Kronecker a abordé tous les chapitres de la Physiologie, mais son nom restera spécialement attaché aux recherches qu'il a faites sur la trémulation cardiaque provoquée par piqûre du sillon interventriculaire, sur l'innervation et la nutrition du cœur, sur la fatigue et le repos des muscles striés, sur le mécanisme de la déglutition (en collaboration avec Meltzer), sur l'innervation de la respiration (en collaboration avec Marckwald), sur les nerfs vaso-moteurs, sur le mécanisme des sensations olfactives et enfin sur les causes du « mal de montagne ».

Kronecker défendit, presque seul contre tous, la théorie neurogène du rythme cardiaque, et c'est à ce sujet spécial que se rapportait encore la démonstration faite par lui à la Société de Physiologie de Berlin quelques jours avant sa mort.

Kronecker a réalisé des progrès dans la technique en imaginant et en construisant d'ingénieux appareils : tels la canule à double courant pour la circulation artificielle dans le cœur de la grenouille — et la bobine d'induction classique qui porte habituellement son nom. Rappelons enfin l'immense service rendu par la démonstration de l'efficacité des injections intraveineuses d'eau salée (*Lebenrettende Transfusionen*), préconisées par Kronecker il y a trente ans et devenues aujourd'hui de pratique courante.

Kronecker comptait en France de nombreux amis et assistait régulièrement aux réunions de l'Institut Marey; il était depuis longtemps membre associé de la Société de Biologie.

Paul Heger,
Professeur honoraire à l'Université de Bruxelles.

§ 2. — Physique.

Etudes nouvelles sur la constitution des spectres de lignes. — Dès le début des recherches spectroscopiques, on s'est préoccupé de déterminer la distribution des raies dans les spectres. Actuellement, il en est encore un grand nombre où l'on n'a trouvé aucune régularité : on les appelle provisoirement *spectres irréguliers*. Dans un certain nombre d'autres, on a remarqué des groupements de raies qui se répètent plusieurs fois dans un même spectre et qui sont caractérisés par la constance de l'intervalle, exprimé à l'échelle des fréquences, entre les composantes de chaque groupement : ce sont les *spectres à différences constantes*. Enfin nous en connaissons déjà beaucoup dans lesquels les groupements de raies, non seulement sont formés de composantes également espacées, mais encore peuvent être ordonnés en séries dont les termes vont en se resserrant du côté des courtes longueurs d'onde jusqu'à un point d'accumulation appelé la limite de la série : ce sont les spectres *à séries convergentes*. La recherche des séries dans les spectres a amené la découverte de groupements dont les composantes ne présentent plus des différences constantes, mais vont en se resserrant, comme les termes mêmes des séries, et celle de séries dont les termes sont formés de raies simples. D'ailleurs, les différentes séries d'un même spectre ont entre elles des relations étroites et ont été groupées en systèmes. L'étude des variations des spectres, en particulier celle de l'effet Zeeman, a confirmé complètement la systématique des séries. On a cherché, d'autre part, à représenter ces séries par des formules : les noms de Balmer, de Rydberg, de Kayser et Runge, de Ritz sont attachés à cet ordre de recherches. Ces physiciens nous ont donné des formules de plus en plus parfaites; il reste cependant que, dans le commencement de chaque série, les différences entre les nombres calculés à l'aide des formules et les nombres obtenus par la mesure directe des longueurs d'onde des raies sont plus grandes que les erreurs provenant des mesures.

Dans une série de recherches récentes, M. E. Paulson[1] a tenté de faire avancer nos connaissances sur la structure des spectres de lignes. Son travail nous apporte un double résultat. D'une part, il propose une nouvelle formule pour représenter les séries spectrales; d'autre part, il a découvert des régularités inconnues dans un grand nombre de spectres tenus jusqu'ici pour irréguliers.

De même que Ritz et ceux qui l'ont suivi, M. Paulson part du type de formule donné par Rydberg. Si l'on désigne par ν l'inverse de la longueur d'onde d'une raie, par A la fréquence limite d'une série, par N une constante universelle, par a une constante caractéristique de la série et par m le numéro d'ordre de la raie considérée dans la série, la formule de Rydberg s'écrit :

$$\nu = A - \frac{N}{(m+a)^2}.$$

Cette formule s'accorde mal avec les mesures pour les faibles valeurs de m : c'est pourquoi Ritz avait introduit un terme complémentaire dont l'importance croissait à mesure que m diminuait. La formule de Ritz s'écrit souvent :

$$\nu = A - \frac{N}{\left(m + \alpha + \frac{\beta}{m^2}\right)}.$$

M. Paulson introduit d'une façon différente le terme correctif sous la forme :

$$\nu = A - \frac{N}{(m+\alpha')^2} \cdot e^{\frac{\beta'}{m^2}};$$

e est ici la base des logarithmes népériens.

Il a cherché à vérifier cette formule sur les séries des métaux alcalins; il trouve que l'accord est aussi bon qu'avec la formule de Ritz, qui conduit à des calculs moins commodes.

Dans la deuxième partie de son travail, M. Paulson s'est attaqué avec succès aux spectres irréguliers. Il a trouvé pour quarante corps simples un grand nombre de doublets et de triplets à différences constantes, ce qui est une découverte d'une grande importance. Il sera très intéressant de comparer ces données avec celles que fournit l'étude du phénomène Zeeman, bien que le résultat des comparaisons pour l'azote, le brome et le molyldène ne soit pas jusqu'ici très encourageant.

François Croze,
Docteur ès Sciences.

La résistance électrique du bore. — Les principales applications techniques du bore sont basées sur les phénomènes remarquables que présente sa résistance électrique, laquelle, avec une valeur

[1] Emil Paulson : Beiträge zur Kenntniss der Linienspektren. *Ann. scientif. de l'Univ. de Lund*, nouv. sér., t. X, n° 12.

spécifique fort élevée, possède un coefficient de température négatif. Dans une conférence récemment faite devant la Société des Electrochimistes américains, M. E. Weintraub, directeur du Laboratoire d'Essais de la *General Electric Company*, à Lynn (Mass.), rend compte d'intéressants détails relatifs à ces phénomènes [1].

La conductibilité spécifique du bore, à 0°, est d'environ 6×10^{-5} megohm par centimètre cube. Cette résistance élevée, nous l'avons dit, s'accompagne d'un coefficient de température négatif fort considérable, qui n'a d'égal chez aucun autre élément. A partir des températures ordinaires, la conductibilité du bore augmente du double pour chaque 17°C. d'accroissement de température. En lui ajoutant de faibles quantités de carbone, on augmente la conductibilité du bore dans des proportions extrêmement considérables: 1/10 °/₀ suffit à porter cette conductibilité à une valeur multiple, alors que le bore renfermant 7-8 °/₀ de carbone présente une conductibilité comparable à celle du silicium ou même à celle du carbone.

En augmentant l'intensité du courant traversant un morceau de bore pur, on voit la différence de tension aux bornes du bore monter et atteindre un maximum bien marqué; un accroissement ultérieur de l'intensité de courant détermine une chute de tension. Ces phénomènes conduisent à penser qu'on pourrait utiliser le bore comme disjoncteur, surtout pour les installations d'éclairage disposées en série : aussitôt que la tension dépasserait une valeur donnée, le disjoncteur à bore cesserait d'opposer au courant une résistance élevée.

En ajoutant au bore un peu de carbone, on voit la courbe des volts-ampères changer d'aspect, et à mesure qu'augmente la teneur en carbone, on finit par obtenir une courbe à peu près constante et presque parallèle à l'axe des ampères. Ces résistances en bore-carbone se prêtent à l'emploi, dans la pratique, comme régulateurs de tension : branchée en shunt par rapport au conducteur à régler, une résistance pareille, dans le cas de fluctuations du courant, absorbe une intensité de courant plus ou moins considérable, tandis que le conducteur disposé en parallèle garde constant son nombre d'ampères, de façon à maintenir constante la tension aux bornes. Ces phénomènes sont utilisés pour la construction de régulateurs d'éclairage pour wagons de chemins de fer.

Un autre type de résistance en bore-carbone, au sein d'une atmosphère d'azote, est utilisé pour le réglage des installations d'éclairage d'automobiles, à vitesse variable; ces résistances, disposées au champ de la génératrice, renferment un peu moins de carbone que les précédentes.

§ 3. — Électrotechnique

Le nouveau Bureau central des Téléphones de Dresde. — Depuis le mois de janvier dernier, la ville de Dresde est pourvue d'un nouvel outillage téléphonique; à l'ancien service manuel pur et simple a été substitué le système semi-automatique. On sait que, dans ce système, le machinisme est appliqué à la répartition des appels entre les opératrices, puis à l'établissement des reliements sous le contrôle des employées; la marche des opérations dans la nouvelle installation est donc la suivante :

Lorsqu'un abonné décroche le récepteur de son appareil, il est relié automatiquement à une opératrice inoccupée du bureau central, par l'intermédiaire d'un système de sélecteurs.

La téléphoniste reçoit la demande de reliement et forme le numéro demandé sur un composteur, qui met électriquement les deux abonnés en communication tandis que l'opératrice est éliminée du circuit. Le travail demandé à l'employée se borne par conséquent à la manipulation du composteur, toutes les autres opérations étant exécutées automatiquement.

Pour les communications suburbaines et interurbaines, l'opératrice, en actionnant une touche spéciale du clavier, dirige la ligne de l'abonné vers le tableau des services intéressés où la demande est traitée de la façon habituelle.

L'installation se compose principalement des appareils suivants :

1° Les appareils sélecteurs, qui sont installés au troisième et au quatrième étage de l'hôtel et y occupent quatre salles;

2° Les appareils de commande, formant les nombres, qui sont placés sous le contrôle des composteurs à clavier des opératrices; ils sont installés dans une des salles des sélecteurs;

3° Les tables du service local; il y en a trente, comprenant deux postes de travail chacune, deux tableaux de communication, comportant ensemble six postes de travail, pour les communications à grande distance, trois tableaux, avec neuf postes d'opératrice, pour le trafic local à l'arrivée et au départ; les soixante postes de travail sont munis chacun de deux composteurs à clavier. Ces appareils sont dédoublés parce que leur fonctionnement demande un certain temps; grâce aux deux appareils dont elle dispose, l'opératrice peut immédiatement commencer la composition du second numéro qui lui est demandé;

4° Quatre groupes convertisseurs produisant le courant alternatif destiné aux appels. Deux batteries d'accumulateurs fournissent le courant d'alimentation des microphones et des appareils de contrôle;

5° Les tableaux répartiteurs ordinaires.

L'installation comprend également une salle spéciale de contrôle, dans laquelle se produisent tous les signaux d'appel; des appareils enregistreurs y relèvent automatiquement les consommations de courant; des compteurs inscrivent le nombre de communications échangées; des appareils spéciaux enregistrent les irrégularités de service : le personnel est ainsi soumis à un contrôle permanent.

L'installation semi-automatique de Dresde est la plus grande de l'espèce qui existe actuellement: elle compte 16.000 abonnés, tandis que le bureau de Posen qui est d'un système similaire n'en compte que 10.000.

H. M.

§ 4. — Chimie industrielle

Un nouveau procédé pour produire des colorations solides sur les fibres textiles. — Les méthodes généralement usitées pour la production des colorations solides aux dépens des couleurs d'aniline ou autres reposent sur l'emploi : 1° de colorants mordancés (exemple : rouge d'alizarine); 2° de couleurs à la glace (ex. : rouge de *p*-nitraniline); 3° de colorants de cuve (ex. : bleu d'indigo); 4° de couleurs d'oxydation (ex. : noir d'aniline). Tous ces procédés ont un principe commun : une substance plus ou moins soluble est d'abord appliquée sur la fibre, puis elle est précipitée à l'intérieur de celle-ci sous forme insoluble.

M. H. Levinstein vient de communiquer à la Société anglaise de Chimie industrielle un nouveau procédé de teinture qui lui a déjà donné des résultats fort intéressants [1]. Il a observé qu'un grand nombre de colorants forment des composés insolubles quand on les chauffe avec l'aldéhyde formique. Partant de là, l'auteur mélange un colorant soluble avec un agent épaississant, de façon à former une pâte, qu'il additionne de formaldéhyde ou plutôt d'une substance qui dégagera de l'aldéhyde formique quand les textiles teints seront

[1] *Electrical World*, n° 20, 1914.

[1] *Journ. of the Soc. of chem. Ind.*, t. XXXIII, n° 11, p. 573 (15 juin 1914).

chauffés à la vapeur et qui ne réagit pas avec le colorant pendant les opérations préliminaires de la teinture et du séchage.

Une telle substance est fournie par l'hexaméthylènetétramine, qu'on prépare facilement à un état de pureté suffisante en mélangeant de l'ammoniaque et de l'aldéhyde formique du commerce en proportions convenables.

La marche des opérations est assez semblable à celle de la teinture avec mordants. Quand les tissus sont chauffés à la vapeur, le colorant soluble pénètre dans la fibre, de l'aldéhyde formique est libéré lentement pendant que l'ammoniaque se dégage, et il se combine avec la couleur pour former un précipité insoluble dans la fibre. Il est à noter que les meilleurs résultats ont été obtenus avec des colorants qui sont de vrais colorants additifs et n'ont aucune affinité pour la fibre de coton.

Le procédé a déjà été appliqué à la préparation d'une orange solide et de teintes brunes et noires; mais il paraît susceptible d'un développement beaucoup plus étendu.

§ 5. — Géologie

Structure polygonale sur des roches gréseuses. — Au cours d'une exploration géologique au Siam, M. B. Högbom [1] a eu l'occasion d'observer une sorte de structure polygonale sur des roches gréseuses, qui lui a rappelé certaine particularité des sols arctiques.

Cette structure se trouve en plusieurs points, mais elle est plus spécialement développée à la surface de quelques dalles près du sentier qui mène à B. Na Hin, dans la région au Sud de Louang-Prabang. La surface de la roche était ornementée d'un réseau de fissures et d'entailles peu profondes, disposées en hexagones réguliers d'environ 20 centimètres de diamètre. A cause de l'érosion, ces fissures, de quelques millimètres seulement, sont très distinctes. Leur ressemblance avec la structure du sol arctique réside dans la tendance évidente à la forme hexagonale des mailles du réseau, c'est-à-dire à la forme de polygones adjacents qui se rapproche le plus du cercle; mais ici il s'agit d'une roche solide, et non de boues ou de graviers. Elles se différencient par leur forme régulière des fissures ordinaires de dessèchement des matériaux meubles, qui sont toujours irrégulières. Ce ne sont pas non plus des fentes de dessèchement fossiles, car la surface des roches en question ne correspond pas à la stratification.

On ne peut que suggérer l'hypothèse d'un effet de l'insolation, au moyen de forts changements de température causant la dilatation, puis la contraction des parties superficielles de la roche.

§ 6. — Géographie et Colonisation.

La route de mer d'Europe en Sibérie. — Les difficultés que présentent la navigation sur la mer de Kara, qui est embarrassée par les glaces durant une grande partie de l'année, ainsi que le passage de cette mer à la mer de Barents, située à l'ouest de la Nouvelle-Zemble, mettent de sérieux obstacles à l'établissement d'un courant régulier d'échanges entre les produits de la Sibérie et ceux de l'Europe. Pour obvier à cet inconvénient, le Gouvernement russe a mis à l'étude, parmi diverses lignes de chemins de fer destinées à améliorer les communications dans la Sibérie occidentale, une ligne qui relie Obdorsk, près de l'embouchure de l'Obi, à Medynsk, point situé sur la mer de Barents, de telle sorte que les marchandises qui auraient descendu l'Obi et ses affluents se trouveraient amenées vers une mer toujours accessible en été. Mais une autre voie vient d'être étudiée, c'est la voie maritime elle-même; elle l'a été en 1913 grâce au voyage accompli par le vapeur *Correct*, navire norvégien de 1.550 tonnes, que commandait le capitaine Samuelsen et qui portait une mission comprenant le célèbre explorateur Nansen, le député sibérien à la Douma Vostrotin, le secrétaire de la légation russe à Christiania et le Dr Jonas Lied [1].

Muni d'une cargaison, le *Correct* est arrivé à Tromsö, dans le nord de la Norvège, au commencement d'août. Il en partit le 5 pour faire route vers la mer de Kara. Sans doute, une navigation dans cette direction n'était pas une nouveauté et l'article précité rappelle les diverses expéditions qui l'ont effectuée, mais ce qu'il importait de déterminer cette fois, c'était la meilleure voie à suivre pratiquement pour un navire de commerce. On pouvait, en effet, se demander s'il valait mieux passer par le détroit de Yougor entre l'île de Vaïgatch et le continent, ou par le détroit de Kara entre cette même île et la Nouvelle-Zemble, ou peut-être encore par le détroit de Matotchkin qui sépare les deux terres composant la Nouvelle-Zemble, voire même au nord de celle-ci. Tout devait dépendre de l'état des glaces.

Arrivé devant le détroit de Kara le 10 août, le navire n'y trouvant pas de glace put le franchir. Ce fut plutôt une surprise pour la mission, car elle avait pensé qu'elle serait obligée d'emprunter le détroit de Yougor, situé plus au sud, comme l'avaient fait les précédentes expéditions. Au sortir du détroit, le navire fut dirigé vers l'île Blanche, autrement appelée Bielyi, mais les glaces que l'on rencontra obligèrent à prendre la route du sud. Il put enfin traverser le fond de la mer de Kara, ou Baidaratskaia Guba, qui passait pour être la partie la plus difficile de la route, et remontant en vue de la presqu'île Ialmal, arriva au nord de l'île Blanche et du cap Matte Sale, lequel est situé sur la rive droite de l'embouchure de l'Obi. Le 23 août, le navire mit l'ancre dans le port de l'île Dickson, que l'expédition visita, et pénétrant dans l'embouchure de l'Iéniseï, il arriva le 27 à Nosonovskœ Ostrov, vingt-deux jours après son départ de Tromsö, où il se rencontra avec les bateaux venus de l'intérieur qui apportaient des marchandises sibériennes.

Il résulte de cette tentative, à laquelle la participation de Nansen donne une portée particulière, que l'on peut établir des communications maritimes régulières entre l'Europe et l'Iéniseï, avec des navires de commerce ordinaires. Mais, ainsi que le fait observer l'explorateur polaire, l'on ne peut pas songer, pour le moment et tant que l'on n'aura pas pu réunir des observations plus complètes sur l'état des glaces dans la mer de Kara, à faire plus d'un seul voyage, aller et retour, pendant la saison, bien que, théoriquement, la navigation soit possible pendant trois mois: juillet, août et septembre. Pour pouvoir pratiquement augmenter le temps de la navigation et en assurer la sécurité, il faudrait établir en divers points, par exemple sur les détroits conduisant à la mer de Kara, sur l'extrémité de la péninsule de Ialmal et à l'embouchure de l'Iéniseï, des postes de télégraphie sans fil qui renseigneraient les navires sur l'état des glaces et sur les possibilités de la navigation. Ces postes détacheraient des petits bateaux munis de moteurs à pétrole qui en inspecteraient les abords. En outre, des aéroplanes pourraient aussi servir pour ces reconnaissances. La campagne du *Correct* pourra donc aboutir à faire organiser la navigation sur la côte nord-ouest de la Sibérie.

Gustave Regelsperger.

[1] *Bull. of the Geolog. Instit. of the Univ. of Upsala*, t. XII, p. 119.

[1] Dr Fridtjof Nansen et Jonas Lied: The sea-route to Siberia (*The Geographical Journal*, mai 1914, p. 481-500).

LES COURBES DE HAUTEUR ET LEUR EMPLOI EN NAVIGATION ET EN GÉODÉSIE

I. — Définition.

Soit une sphère et un petit cercle sur cette sphère. Je considère un premier grand cercle, choisi arbitrairement, et un deuxième grand cercle, perpendiculaire au premier. Je puis déterminer la position d'un point de la sphère par deux coordonnées : l'une φ, positive ou négative, comprise entre 0 et $\pm 90°$, sera la distance du point au premier grand cercle que j'appelle *équateur*; l'autre G, positive ou négative, et comprise entre 0 et $\pm 180°$, sera l'angle formé entre le premier grand cercle, que j'appelle *méridien origine*, et le grand cercle passant par le point considéré et perpendiculaire à l'équateur.

Si, à chaque point φ et G de la sphère, je fais correspondre, dans un système de coordonnées planes rectangulaires, un point défini par les deux coordonnées :

$$X = G; \qquad Y = \text{Log nép tang}\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2}\right),$$

j'obtiens une certaine représentation de la surface de la sphère. Dans ce système de représentation, l'image d'un petit cercle de la sphère devient une certaine courbe. Une telle courbe est une *courbe de hauteur*.

II. — Historique.

C'est à des recherches de navigation astronomique que l'on doit la découverte et l'étude des courbes de hauteur.

La première mention, en France, parvenue à ma connaissance, remonte à 1847. On trouve dans les *Annales maritimes* de cette année (partie non officielle, tome I, Sciences et Arts, p. 389 et suiv.) un article sur une « Nouvelle manière de faire le point », dû à un ancien navigateur du nom de Barthet, où la genèse de l'idée de la courbe est bien présentée. Barthet, qui résidait aux Etats-Unis, n'a d'ailleurs pas le mérite de l'invention. Il prévient en effet qu'il va exposer une *méthode graphique* de faire le point qu'il a « puisée dans un petit ouvrage publié naguère à Boston par le capitaine Thomas H. Sumner ». La découverte de Sumner datait de 1837 (voir la *Revue* du 15 juillet 1910, p. 550).

On peut la concevoir de la manière suivante. Soit une sphère, dite *sphère géocentrique*, sur laquelle je considère, à un *instant donné*, les trois points de sa surface rencontrés par trois droites respectivement parallèles aux directions allant du centre de la Terre à son pôle nord et du centre de la Terre à un astre, enfin à la verticale ascendante d'un lieu terrestre. Ces trois points forment un triangle sphérique dans lequel l'image du zénith est déterminée par les coordonnées φ et G du lieu considéré, et l'image de l'astre par les coordonnées *géographiques* de l'astre, quantités connues à un instant donné. Ces coordonnées sont en effet : l'une, la latitude de l'astre, qui est égale à sa déclinaison ; l'autre, la longitude de l'astre, qui est égale à son angle horaire à Paris, Paris étant pris ici comme origine des longitudes.

Comme le côté allant de l'image de l'astre à celle du lieu est la distance zénithale *géocentrique* de l'astre, on remarque que tous les lieux terrestres d'où l'on voit, à un instant donné de Paris, un même astre, sous une même distance zénithale géocentrique, ont leurs images situées, sur la sphère géocentrique, sur un petit cercle dont le centre est l'image de l'astre et dont le rayon est la distance zénithale géocentrique considérée. A la mer, le centre du cercle est placé par le chronomètre, qui donne l'heure du premier méridien ; et son rayon est déterminé au moyen du sextant. Ainsi lorsqu'un bâtiment à la mer, muni d'un chronomètre, mesure une hauteur, il détermine par son observation, à condition de prendre simultanément le temps du premier méridien correspondant, un *lieu géométrique de sa position*.

Telle est la remarque fondamentale que fit Sumner. En la faisant, il orientait la Navigation astronomique dans une voie toute nouvelle, dont la fécondité ne devait pas cesser après lui, et jusqu'à nos jours, de s'affirmer. Et on voit qu'il donnait une interprétation géométrique de l'opération faite par l'observation d'une hauteur chronométrée.

En réalité, il y avait chez lui quelque confusion, non pas dans sa conception, exacte et complète dans le fond, mais dans l'exposé de sa conception. Faute d'avoir une idée nette de la sphère géocentrique, qui est une pure définition *géométrique*, il parlait de la Terre, au lieu de parler de cette sphère. Or, la Terre n'est pas une sphère, et sur la Terre, le lieu des points d'où la hauteur d'un astre, à un instant donné, est la même, n'est pas un petit cercle. Il ne paraît pas avoir vu que son interprétation, simple question de géométrie abstraite, valait pour une surface quelconque, à la seule condition qu'à chaque point de cette surface, point définissable par deux coordonnées, on puisse faire

correspondre un point et un seul de la surface d'une sphère.

La confusion de Sumner éclaircie, il est curieux de le suivre dans son propre exposé. Il observe d'abord que la Terre « sphérique » a, à chaque instant, un hémisphère obscur et un hémisphère *illuminé*, ce dernier ayant un *pôle illuminé*, qui est le point de la Terre placé juste sous le Soleil. Par assimilation aux parallèles de latitude, il appelle alors *parallèles de hauteur* les petits cercles dont le pôle commun est ce pôle illuminé, et qui représentent, relativement au Soleil, des lieux géométriques tels que ceux qui ont été définis ci-dessus.

Deux hauteurs de deux astres, prises en même temps, donnent deux lieux géométriques ; donc la position du bâtiment par leur intersection. Le tracé de ces lieux est impraticable sur une sphère ; car elle devrait avoir de trop grandes dimensions pour permettre d'obtenir les résultats cherchés avec une exactitude suffisante. Son rayon, en effet, devrait être de $3^m,50$ environ pour que la minute d'arc de grand cercle y soit représentée par un millimètre. La solution graphique annoncée par Sumner consistait alors à passer de la sphère à la carte marine qui la représente. Cette carte est construite suivant le système de coordonnées indiqué au début de cet article. Sumner proposait d'y tracer les images des petits cercles de la sphère et de prendre leur point d'intersection, pour avoir les coordonnées de la position occupée par le navire. Ce tracé se faisait « sans compas », par le calcul, *sur la sphère*, des coordonnées d'un certain nombre de points du petit cercle à tracer. Et, pour obtenir ces points, il calculait les angles horaires locaux en chacun d'eux, en se donnant *a priori* leurs latitudes. La formule fondamentale :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos P,$$

où h et δ étaient connus et où on se donnait φ, donnait ces angles P. Il pouvait ainsi construire la courbe par points.

Pratiquement, du reste, il lui suffisait de construire seulement les portions des courbes qui étaient dans le voisinage de leur point d'intersection. Il se contentait même de ne calculer que deux points voisins de la courbe, et de la remplacer, entre ces deux points, par la corde qui les joint, celle-ci constituant un *lieu géométrique rectiligne*. L'Extrait de Barthet contient une planche où plusieurs courbes de hauteur sont tracées.

Cette substitution d'un lieu géométrique du navire, immédiatement utilisable, à la détermination directe et séparée des coordonnées de sa position, était capitale. Elle ne s'est toutefois imposée que lentement et elle ne paraît être devenue définitive, pratiquement, qu'entre 1870 et 1880, ce que le rappel de quelques dates va montrer.

Les courbes de hauteur furent délaissées plus longtemps que les lieux géométriques rectilignes. Vers 1870, un professeur d'hydrographie, Fasci, plaida fortement la cause de ces derniers [1] :

« Les lieux géométriques, surtout les rectilignes, disait-il, sont très appréciés par les marins. Ils les emploient très souvent pour déterminer la position du navire près des côtes. » Et il indiquait un moyen, non plus destiné au tracé d'une corde par le calcul de deux points de la courbe de hauteur, mais conçu en vue d'obtenir une *tangente* à cette courbe. Pour tracer cette tangente, il déterminait par un calcul d'angle horaire la longitude du point de la courbe de hauteur dont la latitude était égale à la latitude *estimée*, ce qui lui donnait le point de contact de la tangente, et il orientait cette ligne par le calcul de l'azimut de l'astre en ce point, l'astre étant toujours dans une direction perpendiculaire à celle de la tangente à la courbe, puisque la propriété fondamentale de la carte est de conserver les angles (fig. 1). Fasci emploie le nom de *droite de hauteur*. Une fois la tangente déterminée, il construisait, par le tracé d'une parallèle à la tangente, à une distance résultant de la recherche de l'erreur sur la latitude estimée, une droite qui contenait réellement la position du bâtiment.

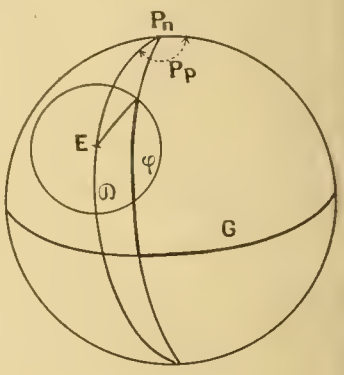


Fig. 1.

Alors les études se précipitent. En 1873, Marcq Saint-Hilaire [2] rappelle la définition des courbes de hauteur, sans concevoir encore nettement, pas plus que Sumner, l'idée de sphère géocentrique. Il se propose de montrer comment on peut utiliser une seule observation par la construction du lieu géométrique qu'elle permet de tracer ; et son étude, sous ce rapport, est définitive. Quant à la construction de la courbe de hauteur, il fait simplement remarquer qu'elle peut se construire par points. Il ne fait pas avancer la question de ce côté-là. Mais, pour la pratique, il fait observer, lui aussi, qu'on peut se contenter de calculer deux points et de tracer une corde, ou de déterminer un seul point et l'azimut, afin de tracer une tangente. Cela est suffisant, dit-il, ainsi qu' « on peut s'en assurer en

[1] *Mémoire sur le point observé*, postérieur à 1868.
[2] *Revue maritime*, t. XXXIX, p. 42 et suiv.

traçant exactement la courbe dans différents cas, par trois ou quatre points ». D'ailleurs, si le point estimé est trop erroné, on fait une deuxième approximation, ajoute-t-il.

La question ainsi amorcée, il devenait nécessaire et naturel d'étudier enfin les propriétés géométriques des courbes de hauteur.

C'est ce que fit, pour la première fois, M. Hilleret, dans un mémoire publié en 1874[1]. Cette fois elles sont vraiment étudiées en elles-mêmes, d'ailleurs le plus souvent « à un point de vue analytique ».

M. Hilleret découvre leurs propriétés fondamentales, distingue leurs trois formes, donne leurs équations, qu'il tire de l'expression de leur équation différentielle, calcule leur rayon de courbure, étudie les transformations par lesquelles passent les diverses courbes de hauteur d'un même astre depuis son lever jusqu'à son coucher dans un lieu, et conclut par une étude pratique de la droite de hauteur et de son tracé, en continuant du reste toujours à attaquer la courbe par la latitude estimée. Il donne encore un moyen pour tracer un arc de la courbe de hauteur par la détermination rapide de deux tangentes voisines et d'un point de l'arc de la courbe compris entre les points de contact de ces tangentes.

L'année suivante, en 1875[2], Marc Saint-Hilaire[3] donnait enfin un procédé général de détermination de la droite, en attaquant la courbe par l'arc de grand cercle qui passe par l'astre et par le point estimé; et ce procédé est rapidement devenu d'un emploi universel. Il disait excellemment à cette occasion : « Déterminer sa position en mer par deux observations de soleil, ou en vue de terre par deux relèvements d'un même point, sont deux opérations qui présentent une grande analogie ». Et il insistait sur la nécessité de l'emploi de lieux géométriques, dans la marine qui s'annonçait alors : « En temps de guerre, disait-il, il faut arriver, et arriver vite, et cependant on peut avoir à agir sur des côtes dont les phares ont été éteints, les balises enlevées. Ces côtes peuvent être basses, etc..., et il n'est pas douteux que, dans des circonstances pareilles, le capitaine qui voudra utiliser *toute sa vitesse* et ne pas être arrêté dans sa mission par la brume, la nuit, etc... devra employer tous les moyens de connaître fréquemment et exactement la position de son bâtiment ».

La lutte paraissait vive, à ce moment, entre ceux qui tenaient pour l'« ancienne navigation » et ceux qui ne parlaient que de « la nouvelle navigation »; ce qui voulait dire entre ceux qui continuaient à calculer séparément des coordonnées : longitude et latitude, et ceux qui déterminaient des lieux géométriques. Mais tous les éléments de nature à opposer et à préciser les divers points de vue devaient bientôt être rassemblés dans deux gros ouvrages. Ils allaient paraître en 1877.

Le traité encyclopédique de Ledieu[1] contenait un exposé critique de toutes les ressources dont s'était enrichi l'art de la navigation, après des recherches séculaires, de manière à mettre sous les yeux des lecteurs toutes les pièces du procès qui venait de s'élever « entre les partisans éclairés des modes courants », qui « protestaient énergiquement contre leur abandon », et les « promoteurs des nouveaux procédés », qui « ne parlaient de rien moins que d'une refonte radicale de la théorie et de la pratique de la navigation ». Quant à la « *Nouvelle navigation astronomique* » de Villarceau et de de Magnac, elle donnait au même moment un exposé complet des nouvelles méthodes. Villarceau, qui s'était chargé de la partie théorique, à la prière d'officiers, avait recherché la raison de la crise dans laquelle il était appelé à prendre parti.

Il avait distingué[2] trois phases dans la navigation : 1° la navigation par l'estime; 2° l'ancienne navigation, qui consistait à déterminer la latitude à midi et la longitude par des *distances lunaires*; 3° enfin la nouvelle navigation, dans laquelle il voyait l'effet nécessaire du fait que, dans les « derniers temps, l'emploi des montres marines avait fini par acquérir un degré de supériorité bien constaté, et avait permis d'opérer la transformation qui constituait *cette* nouvelle navigation ».

Celle-ci était en effet caractérisée par l'emploi du chronomètre, qui, donnant l'heure du premier méridien, condition nécessaire, permettait de tracer des lieux géométriques. Et Ledieu plaidait également « les avantages que pouvait présenter l'application des recherches de Villarceau, de de Magnac et de Rouyaux pour l'usage perfectionné des chronomètres ». Il citait, pour faire pencher la balance vers la cause qui devait l'emporter, des officiers et des professeurs d'hydrographie tels que : Fleuriais, M. Hilleret, Labrosse, Boitard, Mas Saint-Guiral, Crévost, Fasci, l'amiral (aujourd'hui) Perrin, Mouchez par-dessus tous.

Y. Villarceau, astronome et membre de l'Institut, donna donc une théorie très étendue des courbes de hauteur. C'est dans son traité qu'on trouve pour la première fois l'expression algébrique de la distance de la tangente et du cercle osculateur à la courbe, ce qui permettait de mesurer le degré

[1] *Etude sur les courbes de hauteur*, etc.

[2] *Revue Maritime*, août.

[3] La même année, Fasci (*An. hyd.*) étudia, sans utilité pratique, les lieux géométriques définis sur l'ellipsoïde terrestre comme le sont les courbes de hauteur sur la sphère.

[1] *Les Nouvelles méthodes de Navigation.*

[2] *Comptes Rendus de l'Acad. des Sc.*, t. LXXXII, 6 et 13 mai 1876.

d'exactitude obtenu en employant la droite de hauteur, ou une portion d'arc de cercle, comme substituts de la courbe. Il avait eu l'idée d'utiliser pour ses calculs les fonctions hyperboliques. Elles simplifient les équations, et Ledieu et M. Hilleret s'efforcèrent, à sa suite, d'en recommander la pratique aux marins, et d'en vulgariser l'emploi, en faisant connaître les tables de Lambert, Gudermann, Mme Villarceau (1863), Houël, Gronan et Vassal (1872), qui leur sont relatives. Mais, en réalité, c'était une complication inutile. On n'en a pas besoin.

A la suite de cet effort, les nouvelles méthodes, désormais connues, s'imposèrent.

Le commandant Guyou reprit l'étude de ces courbes et en signala successivement d'importantes propriétés restées inaperçues. En 1884 (Cours de l'École Navale), il montra qu'une courbe de hauteur déplacée parallèlement à elle-même continue à représenter des cercles de la sphère. Il classa les courbes en trois espèces, montra que celles de troisième étaient superposables et signala les propriétés corrélatives des courbes de premières et de deuxièmes espèces conjuguées. Il fit voir que ces propriétés permettent de résoudre le problème du Point à l'aide de mesures sur la carte, ou plutôt à l'aide des tables dressées pour leur construction. Ses méthodes ont été exposées en 1885 : *Tables de Poche*, en 1888 et 1895 : *Annales Hydrographiques*, *Les Problèmes de Navigation et la carte marine*, et en 1909 : *Revue Maritime*. En 1901 (*Annales Hydrographiques*), il donna une théorie analytique de ces courbes[1].

En résumé, on peut faire consister le développement de la Navigation astronomique pendant les cinquante dernières années dans un emploi de plus en plus exclusif et de plus en plus réfléchi des lieux géométriques.

De plus, très récemment, les nouvelles méthodes de navigation viennent de commencer l'acquisition d'un immense et important domaine dans les applications de l'Astronomie. C'est sur les notions de lieu géométrique et de droite de hauteur, en effet, que sont basées les méthodes de réduction des observations à l'astrolabe à prisme, instrument dont l'avenir paraît devoir être si brillant en Géodésie et en Astronomie de position.

La seule introduction de l'ouvrage de MM. Claude et Driencourt[2] ne laisse aucun doute sur la filiation immédiate des procédés qu'ils indiquent, à partir de ceux que tous les marins emploient depuis quarante ans environ. Même les créateurs de l'astrolabe considèrent ce retard de l'Astronomie géodésique, qui a été « en stagnation en regard des progrès de la navigation astronomique », alors que le problème est le même en mer ou à terre, comme si curieux, qu'ils en ont recherché longuement les causes. Mais il nous suffit de signaler ici cette dernière et glorieuse conquête des idées de Sumner.

[1] Preuss d'Esleth (*Rev. Mar.*, décembre 1878) avait aussi résolu, mais moins exclusivement, le problème du point par des calculs relatifs à une projection stéréographique polaire des cercles de hauteurs, ou au moyen des courbes elles-mêmes.

[2] *Description et usage de l'Astrolabe à prisme*, 1910.

III. — Théorie.

On peut démontrer de beaucoup de manières les propriétés des courbes de hauteur. Le commandant Guyou en a donné une démonstration exclusivement géométrique (*An. Hyd.*, 1895), elle a des points communs avec celle qui suit :

1. *Courbes de première espèce.* — Ce sont les images de petits cercles de la sphère ne contenant

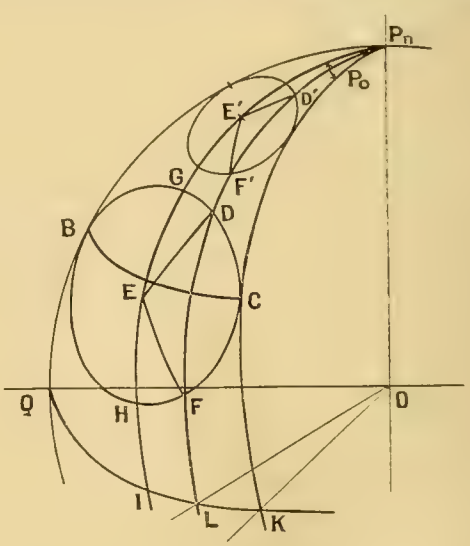


Fig. 2.

pas le pôle. Sur la carte marine, les méridiens et les parallèles sont représentés par des droites perpendiculaires. La courbe est comprise entre des parallèles extrêmes, faciles à tracer, et de part et d'autre du méridien de l'astre, placé par sa longitude qui est égale à l'angle horaire de l'astre au premier méridien. Une courbe telle que *bc* (fig. 3) est évidemment symétrique par rapport à l'image du méridien EI de l'astre (fig. 2). Elle est aussi symétrique par rapport à l'image *bc* du parallèle BC joignant les points de contact du petit cercle avec les méridiens qui lui sont tangents. En effet, les angles du petit cercle et d'un méridien PDF sont égaux. Comme la carte conserve les angles, il en résulte que les équations différentielles des images des portions CG et CH sont les mêmes par rapport aux images de CB et de CP d'une part,

pris comme axes, de CB et de CK d'autre part. Par suite, ces images sont superposables.

Soit maintenant un petit cercle E′ inscrit dans le même fuseau que E. Je prends les inverses de E et E′, le pôle d'inversion étant le pôle sud (fig. 2)

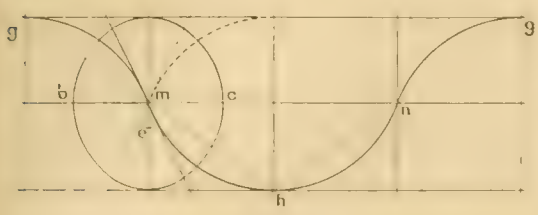


Fig. 3.

et la puissance d'inversion $2R^2$, R étant le rayon de la sphère. Les inverses des cercles E, E′ sont des circonférences inscrites dans l'angle QOK. Ces circonférences sont coupées sous le même angle par le rayon OL, inverse de DD′. Donc les angles en F, D, F′, D′ sont égaux. Il en résulte que les images de tous les cercles tels que E, inscrits dans un *même* fuseau, sont superposables. Je considère alors le petit cercle dont le centre est en I sur l'équateur. Il est évident qu'entre son axe horizontal, image de IK, et son axe vertical, existe la relation :

$$\text{Axe vertical} = \text{Log nép tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\text{axe horizontal}}{2}\right).$$

Et cette relation a lieu pour tous les cercles de première espèce.

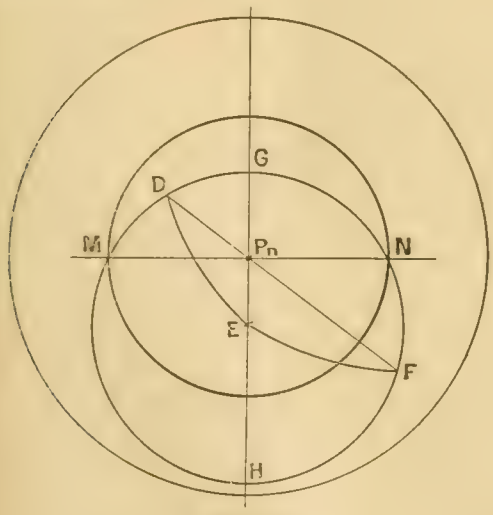


Fig. 4.

La valeur du petit axe, enfin, est donnée par le triangle PEC, où l'on a :

$$\text{Sin EC} = \text{sin PE sin } \widehat{\text{CPE}}.$$

Enfin l'image de l'astre est sous l'image de BC.

2. *Courbes de deuxième espèce.* — Dans ce cas, le petit cercle contient le pôle, et la courbe s'étale en longitude sur une étendue de 360°. Soit E un pareil petit cercle (fig. 4). Les angles formés en D et F par le méridien DF et par le cercle sont égaux; donc les images des arcs GM et HN, ou de GM et HM sont superposables. D'ailleurs, le point M a son image *m* (fig. 3) à 90° du méridien de l'astre, puisque l'angle $\widehat{\text{GPM}}$ est droit; et ce point *m* est au milieu de *g h* et est un centre et un point d'inflexion de la courbe, ce que montre clairement un double rabattement de *gm* autour de *em* d'abord, puis autour de *mn*.

Sur l'inverse, déjà considérée, de la sphère, ou sur la sphère même, on peut voir que l'angle GNT (fig. 5) est égal à P_0 et que cela a lieu pour un parallèle quelconque $C_1 N_1$. Ainsi l'angle horaire en C_1 est égal à 180° moins l'azimut en N_1, etc.

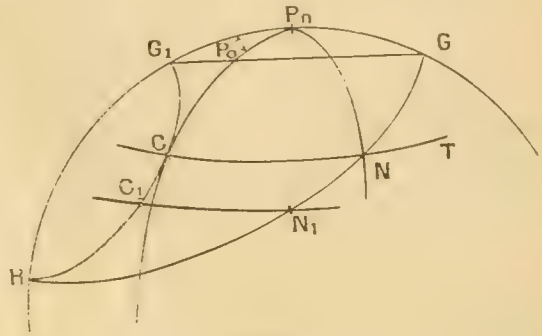


Fig. 5.

Soit alors GH un cercle de deuxième espèce, G_1H un cercle de première espèce compris entre les mêmes parallèles. Tous les cercles compris dans le fuseau G_1PC ont des images identiques. A chacun d'eux correspond un cercle de deuxième espèce de même hauteur; et les images de ces derniers sont également identiques. On conçoit ainsi la famille des cercles qui correspondent à une même courbe de deuxième espèce, lorsqu'on déplace cette courbe sur la carte sans en altérer la forme. Toutes ces dernières courbes et tous ces cercles coupent un méridien identiquement placé par rapport à la courbe sous le même angle. L'un des petits cercles de la famille des cercles de 1re espèce qui leur correspond a son centre sur l'équateur; et le cercle de deuxième espèce qui lui correspond est un grand cercle. Il est évident, pour l'image de ce grand cercle, que son demi-axe vertical est relié à l'angle qu'il forme avec l'équateur par la relation même qui relie le demi-axe vertical d'une courbe de 1re espèce à son demi-axe horizontal. Donc la demi-hauteur d'une courbe de deuxième espèce est la *cote* ou la *latitude croissante* de l'angle maximum sous lequel le cercle coupe les parallèles de la sphère.

3. *Courbes de troisième espèce.* — Ce sont les images de petits cercles passant par le pôle. C'est

donc un cas limite des deux précédents. Ces courbes sont toutes superposables, étant comprises dans un fuseau de 180°. Elles sont asymptotes aux méridiens situés à 90° de part et d'autre du méridien de l'astre. Comme dans les courbes de première espèce, l'image de l'astre se trouve alors sur l'image du parallèle milieu de la sphère; et il en résulte que dans le cas d'une courbe de deuxième espèce cette image de l'astre est *au-dessus* de l'image du parallèle milieu de la sphère.

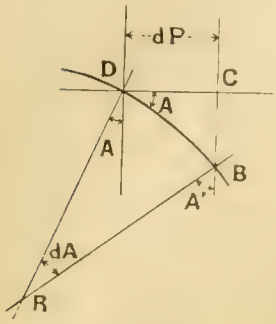


Fig. 6.

4. *Calcul de quelques dimensions.* — Je vais maintenant évaluer quelques dimensions, destinées au calcul de l'erreur commise en substituant la tangente ou le cercle osculateur à la courbe.

Calcul du rayon de courbure. — D B étant un élément de la courbe (fig. 6), on peut écrire, A étant l'azimut en D, et P l'angle horaire de l'astre :

$$\rho = \frac{DB}{dA} = \frac{\cos A}{1}\,\frac{dP}{dA}.$$

L'analogie :

$$\text{Cos}\ \delta \sin P = \cos h \sin A,$$

où δ est la déclinaison, h la hauteur de l'astre, donne $\frac{dP}{dA}$, d'où on tire :

$$\rho = \frac{\text{tang P}}{\sin A} = \frac{\cos h}{\cos P \cos \delta}.$$

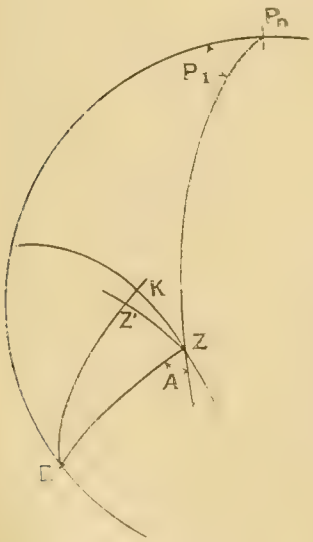


Fig. 7.

Distance de la tangente à la courbe. — On peut prendre pour cette distance la distance de la tangente au cercle osculateur. Et cette dernière résulte immédiatement de la valeur du rayon de courbure, trouvée ci-dessus. On voit ainsi que tant que la latitude reste comprise entre $\pm 60°$, cette distance reste inférieure à une minute d'arc de cercle de rayon $\frac{a+b}{2}$, a et b étant les rayons extrêmes de la Terre, c'est-à-dire à un mille de 1.852 mètres, jusqu'à une distance du point de contact plus petite que 30 milles à peu près.

Distance du cercle osculateur à la courbe. — Cette distance a été publiée pour la première fois par Y. Villarceau. Pour l'obtenir, il chercha l'expression de la distance d'une courbe à son cercle osculateur, et il appliqua la formule trouvée aux équations des courbes de hauteur. En 1901, le commandant Guyou donna une expression nouvelle de cette distance. La méthode du commandant Guyou, qui a un haut degré de généralité, consiste à chercher l'expression de la distance d'un point voisin de la courbe de hauteur à cette courbe. Il lui suffit alors de situer le point considéré sur la tangente, ou sur le cercle osculateur, ou sur une courbe quelconque, dont la position par rapport à la courbe de hauteur doit être évidemment définie, pour trouver la distance de la courbe en question à la courbe de hauteur. La formule du commandant Guyou, relative au cercle osculateur, est très élégante. Elle contient, comme celle de Villarceau, les termes du quatrième ordre, et son auteur la donna comme s'appliquant au cas des cercles de petits rayons, point évidemment important.

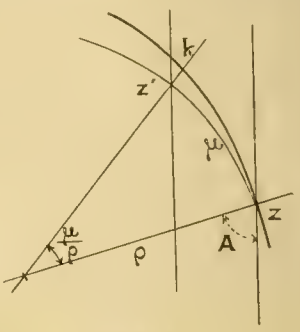


Fig. 8.

Je vais indiquer une troisième méthode. Elle est simple et dispense de la recherche de l'équation de la courbe. Sur les figures (7) et (8), ZK et zk sont le cercle de hauteur et son image sur la carte, kz' et KZ' le cercle osculateur et la courbe auquel il correspond sur la sphère. La plus petite distance réelle du point Z' à ZK est l'arc du grand cercle Z'K passant par l'astre E; et on a, si on pose $EZ' = 90 - h'$:

$$(1) \qquad Z'K = h' - h.$$

On a aussi, dans le triangle PZ'E, φ' étant la latitude de Z' :

$$(2) \qquad \text{Sin}\ h' = \sin \delta \sin \varphi' + \cos \delta \cos \varphi' \cos P'.$$

D'où, en posant $zz' = \mu$, quantité petite :

$$(3) \qquad h' = f(\mu) = f(\mu)_0 + \mu \left(\frac{dh'}{d\mu}\right)_0 + \frac{1}{2}\mu^2 \left(\frac{d^2h'}{d\mu^2}\right)_0 + \dots$$

D'autre part (2) donne, en différenciant par rapport à h', φ' et P' et en introduisant dans l'équation trouvée l'azimut en Z', que je désigne par A' :

$$(4) \qquad \frac{dh'}{d\mu} = \cos A' \frac{d\varphi'}{d\mu} - \cos \varphi' \sin A' \frac{dP'}{d\mu}.$$

Mais la figure (8) permet d'écrire, en appelant λ les cotes de la carte :

$$(5)\quad \begin{aligned} P' &= P - \rho \sin A + \rho \sin\left(A - \frac{\mu}{\rho}\right) \\ \lambda' &= \lambda - \rho \cos A + \rho \cos\left(A - \frac{\mu}{\rho}\right). \end{aligned}$$

Équations d'où l'on tire :

$$(6)\quad \frac{dP'}{d\mu} = -\cos\left(A - \frac{\mu}{\rho}\right)$$

$$\text{et}\quad \frac{d\varphi'}{d\mu} = \frac{d\varphi'}{d\lambda'}\frac{d\lambda'}{d\mu} = \cos\varphi' \sin\left(A - \frac{\mu}{\rho}\right).$$

Ces relations permetttent d'effectuer le développement de la formule (3). Parmi les nombreuses manières de conduire ce développement, celle qui suit, sans doute une des plus simples qu'on puisse imaginer, m'a été signalée, à de petits détails près, par le capitaine de frégate Perret. Les équations (4) et (6) donnent :

$$(7)\quad \frac{dh'}{d\mu} = \cos\varphi' \sin\left(A' - A + \frac{\mu}{\rho}\right),\quad \text{d'où}\ \left(\frac{dh'}{d\mu}\right)_0 = 0.$$

On tire de (7) :

$$(8)\quad \frac{d^2h'}{d\mu^2} = \cos\varphi' \cos\left(A' - A + \frac{\mu}{\rho}\right)\left(\frac{dA'}{d\mu} + \frac{1}{\rho}\right) - \sin\varphi' \sin\left(A - \frac{\mu}{\rho}\right)\frac{dh'}{d\mu}.$$

Et :

$$(9)\quad \left(\frac{d^2h'}{d\mu^2}\right)_0 = \cos\varphi\left(\frac{d^2A'}{d\mu^2}\right)_0 - \sin\varphi\left[\left(\frac{dA'}{d\mu}\right)_0 + \frac{1}{\rho}\right].$$

car $\left(\frac{d^2h'}{d\mu^2}\right) = 0$, ce que je vais vérifier, en cherchant $\left(\frac{dA'}{d\mu}\right)_0$, etc.

J'écris pour cela de nouveau sur la sphère

$$(10)\quad \text{Cos}\ h' \sin A' = \cos\delta \sin P'.$$

Et cette équation donne sans difficulté :

$$(11)\quad \left(\frac{dA'}{d\mu}\right)_0 + \frac{1}{\rho} = 0 \quad \text{et} \quad \left(\frac{d^2A'}{d\mu^2}\right)_0 = -\frac{1}{2}\sin 2A.$$

De sorte qu'on obtient finalement :

$$(12)\quad h' - h = -\frac{\mu^3}{12}\cos\varphi \sin 2A,$$

h', h et μ exprimés en rayons de 3.438 minutes. Le terme du quatrième ordre s'obtient d'ailleurs aisément.

La formule (12) montre que la distance cherchée est plus petite qu'une unité de la carte, tant que μ reste plus petit que 520 unités de la carte, l'unité de la carte étant la longueur qui représente la minute équatoriale.

D'ailleurs, quand le $\frac{1}{2}$ petit axe d'une courbe de première espèce est au plus égal à 420 unités de la carte, ce qui correspond à un petit cercle de la sphère de rayon égal à 2°9′ pour une déclinaison de l'astre à 72°9′, le $\frac{1}{2}$ grand axe diffère du $\frac{1}{2}$ petit axe de moins d'une unité de la carte. On peut alors, sans erreur sensible, admettre que la courbe est une circonférence.

F. Marguet,
Lieutenant de Vaisseau,
Professeur d'Astronomie et de Navigation
à l'Ecole Navale.

LES LANGOUSTES DES COTES DE MADAGASCAR

LEUR CLASSIFICATION, LEUR EXPLOITATION

Parmi les grands Crustacés comestibles, les Langoustes sont, à juste titre, parmi les plus recherchées soit à l'état frais, soit en conserves.

La France, en particulier, est un des pays où la consommation des langoustes atteint le chiffre le plus élevé, surtout à l'état frais, car la conserve en boîtes soudées y est encore peu appréciée.

Jusqu'à ces dernières années, les langoustes consommées en France appartenaient toutes à l'espèce commune (*Palinurus vulgaris* Latr.) et provenaient surtout : des côtes sud-ouest et nord de la Bretagne, de la côte basque, des côtes rocheuses de la Méditerranée et surtout de la Corse. Celles capturées en Angleterre sont en partie importées en France, car les Anglais sont, en général, peu amateurs de ces Crustacés.

Depuis quelques années, particulièrement depuis 1910-1911, une nouvelle espèce, à peu près inconnue, même des naturalistes, jusqu'en 1905, a fait son apparition sur le marché français : c'est celle que les zoologistes appellent *Panulirus regius* de Brito Cap. ou *langouste royale*. Elle est bien connue, maintenant, aux Halles centrales, sous le nom de *marocaine*, bien qu'elle ne se rencontre pas du tout sur les côtes du Maroc, mais bien sur celles de notre Mauritanie saharienne; de là, elle descend très au sud, partout où elle trouve des fonds rocheux favorables, au Sénégal, en Guinée, à la Côte d'Ivoire, au Dahomey, au Cameroun, au Gabon, vers l'embouchure du Congo et jusqu'au sud de Mossamédès, sur les côtes de l'Angola portugais. A partir de Lüderitzbucht, à peu près, elle disparaît complètement pour faire place à une autre espèce, qui atteint des tailles énormes :

c'est la Langouste de Lalande (*Jasus Lalandei* Lmk.) ou langouste du Cap, utilisée également à l'état frais dans la région de Cape Town, mais surtout pour la fabrication de conserves en boîtes, dans deux usines très importantes situées l'une à Hout-Bay et l'autre à Hœtgesbay, dans la baie de Sandanah.

Ce sont surtout les Japonais et les Sud-africains qui fournissent de conserves de langoustes le marché mondial, particulièrement l'Amérique du Sud.

Si nous avons fait de très grands efforts, heureusement couronnés de succès, pour faire venir sur le marché français, à *l'état vivant*, les langoustes de la côte occidentale d'Afrique, parce que, malgré les 3.500 kilomètres qui nous séparent de leur centre d'exploitation, elles nous parviennent en parfait état, à Paris même, et sans déchet appréciable lorsque l'opération du transport en bateaux-viviers est bien conduite, nous nous sommes, par contre, toujours élevé contre la mise en boîtes de ces crustacés. Une usine, en effet, installée sur la côte mauritanienne, aurait très rapidement appauvri, sinon ruiné, les fonds et aurait empêché la quarantaine de dundee bretons qui vivent aujourd'hui de cette pêche de se livrer à cette industrie très rémunératrice pour eux.

De plus, la consommation des langoustes fraîches est beaucoup plus intéressante que celle des conserves, et cette consommation a atteint en France, en 1913, plus de 300.000 langoustes royales. Ce chiffre sera certainement dépassé, de beaucoup, en 1914.

Est-ce à dire que la fabrication des conserves de langoustes ne doit pas être encouragée dans certaines de nos colonies, trop éloignées d'Europe pour pouvoir y être transportées, par les moyens dont nous disposons actuellement, à l'état vivant ou tout au moins à l'état frais ? Evidemment, non !

A ce point de vue, nous avons été amené, tout récemment, grâce à la bienveillante intervention de M. le Gouverneur général Picquié, à étudier les langoustes des côtes de Madagascar et nous avons été frappé, à la fois, de la variété et de la richesse de cette faune spéciale, sur les côtes de la Grande Ile, où il semble que la plupart des espèces de l'Océan Indien se sont donné rendez-vous.

Ces espèces, au nombre de cinq actuellement connues, appartiennent au groupe des *Langoustes longicornes* de Milne-Edwards, et au genre *Panulirus* Gray, caractérisé par la présence de longs fouets aux antennes internes.

Fig. 1. — *Panulirus ornatus* Fabricius.

I

Ces cinq espèces sont les suivantes :

1° *Panulirus ornatus* Fabricius (fig. 1). Cette magnifique langouste est de couleur verdâtre avec des taches ou bandes bleuâtres et jaunes sur le céphа-

lothorax, les antennes, les pattes et l'abdomen. Elle atteint un poids de 5 à 6 kilos, probablement même davantage, ainsi que l'indique une patte géante conservée au Muséum d'Histoire naturelle.

On rencontre surtout cette espèce à la limite externe des récifs madréporiques et elle ne peut être capturée qu'au moment des grandes marées, quand la plus grande partie de ces récifs est découverte, du coté du large. Comme elle se tient à la limite des sables, on la désigne à Madagascar sous le nom de *langouste des sables*. En réalité, elle se cache, comme toutes les autres, dans les anfractuosités des récifs coralliens.

Dans la grande Ile, elle semble localisée sur la côte ouest et sud-ouest (région de Tuléar à Saint-Augustin), mais on en rencontre également dans la région de Nossi-Bé.

Les indigènes les capturent plus spécialement à marée basse, sans le secours d'engins d'aucune sorte, tout simplement à la main, ou à l'aide d'une sorte de lance, dans le creux des récifs.

L'aire de dispersion de ce crustacé est considérable, puisque cette espèce a nettement été signalée, non seulement aux environs immédiats de Madagascar (Mayotte, Maurice, Réunion, etc.), mais encore sur la côte orientale d'Afrique, de Mozambique à Obok, et aussi en Cochinchine, à Java, en Australie, etc. Elle semble, en un mot, aussi répandue sur la côte orientale que le *Panulirus regius* de Brit. Cap sur la côte occidentale d'Afrique.

2° *Panulirus penicillatus* Olivier (fig. 2). — A cause de sa couleur générale d'un vert bleuâtre sombre, cette espèce est désignée à Madagascar sous le nom de *langouste noire*. Elle est des plus faciles à distinguer par la présence, sur l'anneau antennulaire, de quatre fortes épines, réunies à la base et divergeant vers le sommet. Elle peut atteindre une fort belle taille et un poids de 2 kilogrammes. Comme sa chair est très délicate et qu'elle se rencontre plus spécialement sur la côte orientale de Madagascar, dans la région de Tamatave, elle donne lieu à un commerce intéressant avec la capitale, Tananarive, où elle arrive dans de bonnes conditions, car elle est très rustique et supporte facilement le voyage en chemin de fer. A Tananarive, elle est vendue de 1 fr. 50 à 2 francs pièce suivant la taille. Une partie des langoustes capturées à Tamatave est consommée sur place ou vendue à bord des paquebots qui font escale dans ce port ; le reste est envoyé dans l'intérieur, comme nous venons de l'indiquer.

Les indigènes capturent cette espèce à l'aide du harpon, à marée basse, sur les récifs, mais les créoles bourbonnais, établis à Tamatave et parmi lesquels se trouvent quelques pêcheurs de profession, utilisent des filets dormants, courts, à larges mailles, genre trémail, ne dépassant guère 5 à 6 mètres de longueur.

Pour la pêche des langoustes, ces pêcheurs travaillent surtout sur les bancs de coraux de Foulpointe et de l'Ivondro, qui ne sont qu'à une distance

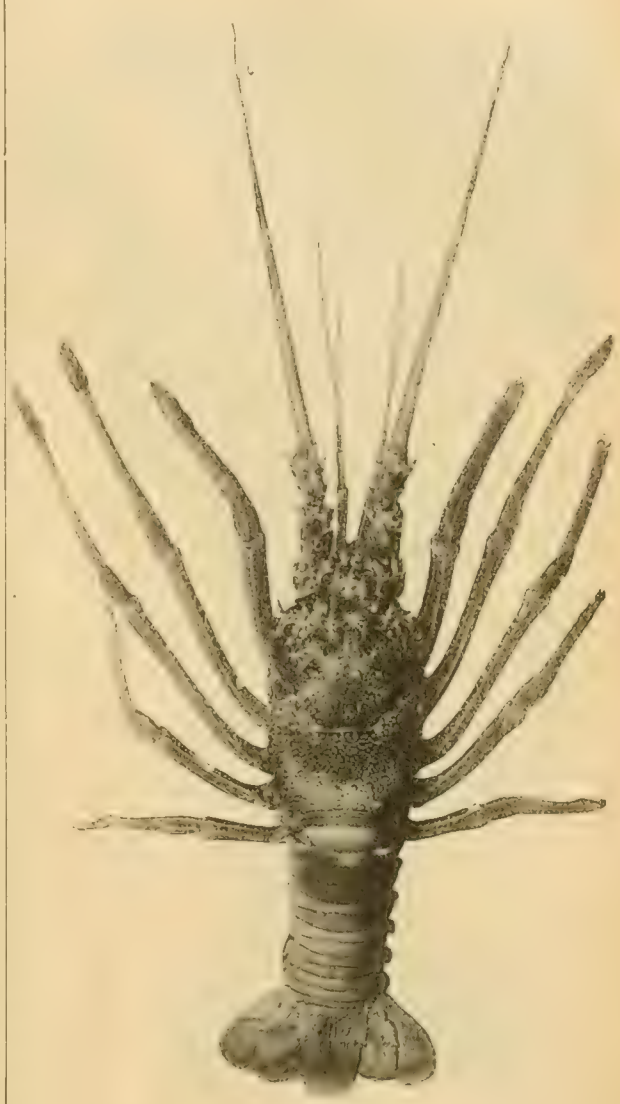


Fig. 2. — *Panulirus penicillatus* Olivier.

assez faible, ce qui leur permet de rapporter les crustacés vivants à Tamatave.

Les filets dont nous venons de parler sont placés, en général, l'après-midi, le plus au large possible, calés en place avec des crochets et des pierres et amorcés avec des morceaux de poulpes ou de seiches. Ils sont relevés, le lendemain matin, d'aussi bonne heure que possible et à basse mer.

Les pêcheurs établissent sur le rivage une sorte de campement, avec les avirons et les voiles de leurs embarcations, et dès qu'ils jugent leurs cap-

tures suffisantes, ils rentrent à Madagascar où ils vendent leurs langoustes, les unes sur place, au marché, les autres aux navires en rade ; le restant est expédié à l'état vivant, dans un peu de glace, sur le marché de Tananarive, surtout depuis que

Fig. 3. — *Panulirus Burgeri* de Haan.

fonctionne le chemin de fer de la côte orientale qui permet à ces crustacés d'arriver en excellent état et d'être très appréciés des Européens.

Cette espèce paraît très abondante dans la région de Tamatave et sur toute la côte orientale de Madagascar.

3° *Panulirus Burgeri* de Haan (fig. 3). — Cette langouste, désignée par les Européens habitant la Grande Ile sous le nom de *langouste rouge*, est de taille relativement petite par rapport aux deux espèces précédentes.

Outre les caractères spécifiques très nets de ses maxillipèdes, sur lesquels nous ne pouvons pas insister ici, elle présente une couleur vert-olivâtre foncé, avec de petites lignes jaunes sur le bord des crénelures des sillons abdominaux.

Une partie de la surface des tergites abdominaux est couverte de ponctuations jaunâtres, très nettes, qui donnent à cette espèce un aspect particulier et facilement reconnaissable.

Elle est surtout répandue sur la côte orientale, où elle se trouve mélangée avec l'espèce précédente, de Diégo-Suarez à Fort-Dauphin. Nous en avons reçu, cependant, quelques exemplaires provenant de la région de Nossi-Bé.

Bien que sa taille soit inférieure à celle des espèces déjà signalées, elle peut atteindre fréquemment un poids de 800 à 1.000 grammes, ce qui représente une taille très commerciale.

Elle est également capturée soit à l'aide de la lance, par les indigènes, soit avec le trémail par les créoles. Une partie est également envoyée à Tananarive à l'état frais ou même vivant.

4° *Panulirus dasypus* Latreille (fig. 4). — Cette espèce offre une certaine ressemblance avec *P. penicillatus* et surtout avec *P. Burgeri*, mais elle s'en distingue cependant, d'une façon très nette, par un certain nombre de caractères, sur lesquels nous ne croyons pas devoir insister ici.

Elle semble, d'après les spécimens que nous avons reçus, assez localisée dans la région de Diégo-Suarez, soit dans la partie nord-est de l'Ile.

Il est infiniment probable que de nouveaux envois au Laboratoire nous permettront de montrer qu'elle est beaucoup plus répandue sur les côtes de Madagascar, car son aire de dispersion dans l'Océan Indien est considérable, puisqu'elle s'étend de la côte sud-est d'Afrique jusqu'à Madras, Ceylan, Poulo-Condor et les Moluques.

Elle atteint une taille un peu supérieure à celle du *P. Burgeri*, mais inférieure, en général, à celle du *P. penicillatus*.

Sa couleur est d'un vert olive clair. Elle porte sur les trois *premiers* anneaux de l'abdomen de fines ponctuations jaunâtres, qui deviennent beaucoup plus grosses sur les trois *derniers* segments abdominaux.

De plus, ces derniers anneaux présentent, sur les parties latérales, une tache jaune, allongée, avec le centre vert.

Vu sa rareté relative, cette espèce ne donne pas lieu à une pêche bien considérable, et elle est capturée, parfois, simplement, avec les autres espèces plus communes sur cette partie de la côte et souvent

confondue avec elles, aussi bien par les indigènes que par les Européens.

5° *Panulirus japonicus* von Siebold (fig. 5). — Nous avons divisé cette espèce en deux variétés, à cause des différences, tenant surtout à la couleur et à l'ornementation, qui existent entre celles que nous avons appelées indo-africaines et celles d'un habitat plus oriental qui sont les indo-japonaises. Il est cependant impossible, à notre avis, de considérer ces deux simples variétés comme des espèces distinctes, ainsi qu'ont voulu le faire un certain nombre d'auteurs.

La langouste qu'on trouve plus spécialement sur la côte nord de Madagascar appartient naturellement à la variété indo-africaine et son habitat paraît très localisé. Elle n'avait jamais été signalée jusqu'ici sur les côtes de l'île malgache, où elle semble du reste assez rare, au même titre, à peu près, que la précédente.

Sa couleur est d'un vert olive brun foncé, avec une teinte de violet surtout sur les pattes. Les anneaux de l'abdomen sont entièrement couverts, sur toute leur surface dorsale, de ponctuations jaunes de dimensions variables qui donnent à ce crustacé un aspect particulier et extrêmement joli.

L'aire de dispersion de cette espèce dans l'Océan Indien est extrêmement vaste, puisqu'elle s'étend des côtes de Madagascar au Japon et même aux Iles Sandwich, en passant par la Réunion, l'Ile Maurice, les Moluques, la Nouvelle-Guinée, les Nouvelles-Hébrides, etc., et de nombreux points encore, sans doute, où elle n'a pas été signalée.

Sa taille est à peu près celle de *P. dasypus*; c'est dire qu'elle peut donner lieu à une exploitation industrielle intéressante, partout où elle se rencontre en quantité suffisamment grande.

II

On voit donc, en résumé que, sur cinq espèces de Langoustes actuellement connues sur les côtes de Madagascar, trois au moins : *P. ornatus*, *P. penicillatus* et *P. Burgeri* se rencontrent en quantités suffisantes en différents points, et souvent mélangées, pour donner lieu à une exploitation industrielle. Jusqu'ici, la pêche est entièrement entre les mains des indigènes, c'est-à-dire qu'elle est à peu près nulle, comparativement à ce qu'elle pourrait être. Les indigènes, du reste, et même les créoles capturent ces crustacés uniquement pour les bénéfices qu'ils peuvent en tirer et non pour leur propre consommation; dans toutes les colonies que nous connaissons, en effet, l'indigène dédaigne absolument les langoustes. Pour certaines races même, ces crustacés sont « tabou »; aussi, non seulement les indigènes ne les consomment pas, mais ils ont même une certaine répugnance à les capturer. Il faut toute l'autorité de l'Européen sur eux pour qu'ils veulent bien en prendre quelques-uns. C'est ce qui existe, en particulier, en certains points des côtes de Madagascar.

Fig. 4. — *Panulirus dasypus* Latreille.

Nous avons indiqué, plus haut, les procédés très primitifs employés par les pêcheurs malgaches et ceux, un peu plus perfectionnés, utilisés par les créoles bourbonnais; cela suffit pour montrer combien la production doit être limitée.

Aussi, le jour très prochain, pensons-nous, où on voudra exploiter sérieusement cette magnifique richesse de notre colonie est-africaine, faudra-t-il s'adresser aux procédés de capture utilisés dans les mers d'Europe, c'est-à-dire les casiers et les trémails.

Les premiers de ces engins ne pourront même, vraisemblablement, donner que des résultats médiocres, comme ils l'ont montré pour la pêche du *Panulirus regius* sur la côte mauritanienne. Les très longues antennes dont ces animaux sont porteurs les empêchent, malgré toute la bonne volonté qu'ils peuvent y mettre, de pénétrer dans les casiers. En effet, la langouste marche toujours les antennes *en avant* pour tâter le terrain devant elle. Lorsque, attirée par l'appât qu'elle sent dans l'engin, elle cherche à pénétrer par l'ouverture du casier, ses longues antennes viennent se placer dans les nombreux trous formés par les parois; elle se trouve ainsi empêtrée et, après des tentatives infructueuses de pénétration, elle se borne à circuler à la surface de l'engin, sans jamais pouvoir y pénétrer, sauf de rares exceptions.

Nos propres essais avec la langouste royale et ceux, plus concluants encore, des pêcheurs langoustiers bretons, confirment pleinement ce que nous venons de dire.

Au contraire, en plaçant convenablement des trémails dans les endroits où la langouste se tient de préférence, celle-ci, qui circule surtout pendant la nuit à la recherche de sa nourriture, grimpe le long des mailles du filet; ses longues antennes, ses pattes et son céphalothorax hérissés de nombreux piquants, se prennent dans les mailles, et plus elle cherche à se retirer, plus elle s'emprisonne dans le filet, où on la capture avec la plus grande facilité, à la relève.

C'est grâce à cette méthode très simple, mais qui demande, cependant, une certaine habileté dans le placement et le calage des trémails, qu'on arrive à capturer, sur les côtes mauritaniennes, de 3 à 600 langoustes royales par jour et par bateau.

Les langoustes de Madagascar, appartenant toutes au groupe des longicornes, comme celles de Mauritanie, doivent se capturer, vraisemblablement, de la même manière et probablement en quantités au moins aussi considérables.

Fig. 5. — *Panulirus japonicus* von Siebold.

Or, les indigènes, même avec les engins perfectionnés, sont, agissant seuls, parfaitement incapables d'obtenir de bons résultats, et il faudra nécessairement, le jour où on voudra se livrer à la pêche *industrielle* sur les côtes malgaches, avoir des contremaîtres langoustiers européens, qui feront la partie délicate de la pêche, c'est-à-dire le placement et le calage des trémails, laissant aux indigènes, très habiles marins, la manœuvre des embarcations, l'enlèvement des langoustes prises dans les filets, le transport à terre, etc.

Sur place, la consommation de ces crustacés à l'état frais, limitée aux seuls Européens, sera toujours forcément restreinte et, par conséquent, insuffisante pour assurer le développement *matériel* d'une semblable entreprise. Il faut donc, de toute nécessité, songer à l'exportation dans des pays de grande consommation, c'est-à-dire en Europe et surtout en France.

Or, à ce point de vue, il ne faut pas songer, pour le moment du moins, au transport à l'état vivant, étant donnée la distance énorme qui sépare Madagascar de la Métropole et la température très éle-

vée des eaux qu'il faudrait faire traverser à ces animaux, malgré tout assez délicats.

Il ne reste donc plus à envisager que deux moyens : ou le transport en chambres froides, ou la mise en boîtes, comme cela se pratique aux environs de Cape-Town.

Dans le premier cas, nous ne voyons, quant à nous, aucune impossibilité matérielle pour le transport des langoustes malgaches en France. Nous avons montré, en effet, ailleurs, que si l'on prend la précaution de faire cuire une langouste, comme si elle devait être consommée immédiatement, si on la laisse refroidir lentement et qu'on la place dans une chambre froide, maintenue *régulièrement* entre — 1 et — 2° centigrades, on peut la conserver, en parfait état de fraîcheur et de vente, pendant un temps considérable, très suffisant pour permettre le transport de Madagascar en France et attendre la vente, soit, environ, en tout, pendant un mois et demi au maximum.

Mais ce crustacé, arrivant mort et refroidi sur le marché français, avec un aspect tout différent de celui de nos langoustes ordinaires, ne pourra être vendu, s'il trouve acquéreurs suffisants, qu'à un prix très bas, hors de proportion avec le prix de revient (pêche, transport et intermédiaires compris). Cette langouste sera boycottée plus encore que ne le fût, à ses débuts, la malheureuse langouste royale qui, pourtant, arrivait vivante, et il est probable qu'après quelques essais, financièrement déplorables, les promoteurs de l'affaire seront obligés, par la force même des choses, de l'abandonner, à moins qu'ils n'aient les moyens financiers et... la patience commerciale d'attendre des jours meilleurs, auquel cas le succès pourrait venir.

Mais où trouvera-t-on, chez nous, ces oiseaux rares? En tout cas, nous ne conseillerons jamais à des Français une semblable entreprise !

Il ne reste donc plus à envisager que le dernier et seul moyen qui nous paraisse, dans l'état actuel des choses, pratiquement réalisable : c'est la mise en boîtes soudées de ces crustacés, comme elle se pratique au Japon et dans l'Afrique australe.

Il serait facile, et en somme peu onéreux, d'établir une usine de préparation de conserves, soit à terre, en un point convenablement choisi, soit mieux sur un navire *ad hoc*, d'avoir des contremaîtres pêcheurs et préparateurs et d'utiliser, en outre, la main-d'œuvre indigène pour toutes les parties de la production et de la préparation où elle pourra l'être.

Les boîtes préparées au naturel, en utilisant seulement la partie musculaire de l'abdomen et de la base des grandes antennes, sont facilement transportables, à bord de n'importe quel navire, et leur consommation actuelle est tellement considérable que la production est, de beaucoup, loin de suffire à la demande pour les pays européens, comme, et surtout, pour l'Amérique du Sud.

Une affaire organisée dans ce sens, pratiquement et financièrement bien conduite, serait absolument assurée d'un succès complet.

Nous savons qu'en France cette idée a été déjà mûrement envisagée et étudiée, et nous espérons qu'une fois de plus nous ne laisserons pas, comme nous savons cependant si bien le faire dans nos propres colonies, les étrangers s'emparer de cette idée, pour la mettre en pratique et croquer les marrons que nous avons essayé de tirer du feu pour nos seuls nationaux.

Qu'il n'en soit pas pour l'exploitation des richesses carcinologiques de Madagascar, ce qu'il en est pour celle des grands cétacés sur nos côtes du Gabon : c'est là le vœu par lequel nous terminerons cette étude !

A. Gruvel.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bioche (Ch.), *Professeur au Lycée Louis-le-Grand.* — **Histoire des Mathématiques.** — 1 *vol. in*-12 *de* 92 *p.* (*Prix* : 1 fr. 75.) *Belin frères, éditeurs. Paris*, 1914.

Ce petit livre est spécialement écrit pour les personnes qui n'ont guère poussé leurs études mathématiques au delà des *éléments*, assez exactement déterminés par le programme du baccalauréat; il leur montre, d'une manière claire et précise, le développement progressif des Mathématiques, l'évolution des idées, les résultats généraux auxquels sont parvenus les géomètres; il leur permet de faire comme une revue de leurs connaissances mathématiques, d'en mieux saisir l'enchaînement, la portée, et, pour quelques-uns, ce peut être un encouragement à aller plus loin.

M. Bioche insiste sur la différence essentielle qui existe entre l'esprit des mathématiciens anciens et celui des modernes: les premiers ont surtout fait de la Géométrie; ils ont trouvé des solutions, souvent remarquables, pour les questions qui se sont présentées successivement, sans se préoccuper d'idées générales.

Après la léthargie du moyen âge, l'ère nouvelle apparaît; on se livre à des considérations abstraites, on crée des théories et des méthodes générales, d'une puissance insoupçonnée. Sur ce terrain parfois un peu difficile, le professeur n'oublie pas que ses lecteurs peuvent avoir besoin d'être guidés; c'est ainsi qu'il expose le principe du calcul à l'aide duquel Newton cherchait à identifier la pesanteur avec l'attraction de la Terre sur la Lune; à ce propos, il montre comment un progrès réalisé dans une branche de la science peut profiter aux branches voisines : le calcul de Newton laissait des doutes, quand Picard put évaluer le rayon terrestre avec plus d'exactitude qu'on ne l'avait fait jusque-là; le calcul de Newton est repris, l'identité cherchée apparaît manifeste et il n'y a qu'un pas à faire pour énoncer la merveilleuse loi de la gravitation universelle. C'est ainsi encore que la considération d'équations élémentaires permet de se faire une idée de la si féconde théorie des transformations analytiques. Et d'autres que les débutants pourront parcourir avec intérêt le livre de M. Bioche, peut-être y apprendre quelque chose, par exemple que ce n'est pas au génial auteur des « Pensées » qu'est dû le triangle arithmétique ou le limaçon de *Pascal*. Il ne pouvait y avoir place pour des détails sur la vie des divers géomètres; mais cent vingt-cinq d'entre eux sont cités avec indication de l'époque où ils ont vécu; l'historien s'est montré érudit consciencieux autant qu'excellent pédagogue.

L'ouvrage est divisé en onze chapitres. Les deux premiers envisagent les Mathématiques dans l'Antiquité, avant et après l'ouverture de l'école d'Alexandrie, vers 300 avant notre ère; les Grecs depuis Thalès, Pythagore, jusqu'à Euclide, Appollonius, Archimède amènent la Géométrie à une véritable perfection.

Les chapitres III et IV sont consacrés au moyen âge et à la Renaissance; les travaux des Indous, des Arabes, des Européens du XIIIe siècle préparent l'avènement de l'ère nouvelle. Ici, peut-être regrettera-t-on que ce qui concerne la numération des Arabes n'ait pas été exposé avec plus de détails.

Dans les chapitres V, VI, VII, nous assistons à la naissance et à l'admirable développement des disciplines qui ont si profondément transformé les sciences mathématiques, Algèbre, Géométrie analytique, Calcul infinitésimal, avec les géomètres les plus illustres, depuis Viète, Descartes, Leibnitz et Newton jusqu'à Euler, d'Alembert, Lagrange.

Le chapitre VIII est consacré à la Géométrie du XVIIe et du XVIIIe siècle, celle de Desargues, Pascal, Maclaurin, Monge, Lazare Carnot.

Au chapitre IX, *le XIXe Siècle*, la variété et l'importance des matériaux oblige l'auteur à se limiter pour ne pas sortir de son cadre; les principales conquêtes de la science sont pourtant indiquées.

Les chapitres X et XI sont consacrés à l'Astronomie, dont M. Bioche a voulu mettre à part le prodigieux développement, depuis les observations des Chaldéens et des Egyptiens jusqu'aux découvertes d'Herschell et de Leverrier; et ce n'est pas la partie la moins intéressante de l'ouvrage. A. DE SAINT-GERMAIN.

Vaucher (Alphonse). — **Théorie mathématique de l'échelle musicale.** — 1 *vol. in*-8 *de* 68 *pages, avec* 3 *tableaux.* (*Prix* : 2 *fr.* 25.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1913.

Depuis quelques années, il a paru sur la gamme et les différentes échelles musicales un certain nombre de travaux fort intéressants. M. Gandillot, dans un ouvrage considérable, M. Anglas, dans son traité d'acoustique, M. Marnold, dans le recueil de la Société internationale de Musique, se sont occupés de cette question, chacun à un point de vue différent.

M. Bouasse, professeur de Physique à l'Université de Toulouse, a publié sur le même sujet des études critiques tout à fait curieuses; enfin le Recueil des constantes de la Société française de Physique contient plusieurs tableaux permettant de comparer les diverses gammes.

C'est dire que le travail de M. Alphonse Vaucher arrive à son heure.

Pourra-t-il mettre d'accord les musiciens et les physiciens? Je le souhaite, sans y croire beaucoup; c'est, du reste, une tâche qu'avait déjà entreprise un musicien, doublé d'un physicien, le docteur Guillemin, mort il y a quelques mois.

La méthode employée par l'auteur pour cette étude consiste à établir tout d'abord les relations mathématiques des intervalles entre eux, sans rien préjuger sur le rapport numérique des vibrations des sons extrêmes. En dehors de tout autre avantage, cette méthode a celui de définir d'une manière précise les divers intervalles de l'échelle musicale. Mais elle ne montre pas seulement, par exemple, en quoi l'on peut distinguer une quarte augmentée d'une quinte diminuée; elle fait ressortir, d'une manière plus générale, d'où proviennent les nombreuses contradictions rencontrées chez divers auteurs.

Cette brochure, accompagnée de trois planches hors texte, s'adresse à tout mathématicien qui s'intéresse à la musique et à tout musicien ne dédaignant pas le côté théorique de son art. Dr MARAGE.

Cordier (Commandant F.). — **Les Machines à vapeur.** — 1 *vol. in*-18° *de* 398 *pages, avec* 124 *figures.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Octave Doin et fils, éditeurs. Paris*, 1914.

L'ouvrage est divisé en six titres, subdivisés en un certain nombre de chapitres dont chacun comprend plusieurs articles : la table des matières, qui récapitule l'en-tête des titres, des chapitres et des articles, présente aux yeux un tableau complet de toute la substance du livre et témoigne du grand savoir de l'auteur et de la méthode rigoureuse avec laquelle il a traité son

vaste sujet. Nous ne reproduirons que l'énoncé des six titres.

Titre I. — Principes généraux.

Titre II. — Généralités sur les machines à vapeur.

Titre III. — Les machines à vapeur au point de vue thermique.

Titre IV. — Les machines à vapeur au point de vue dynamique.

Titre V. — Dispositions générales des machines.

Titre VI. — Essais des machines à vapeur.

Ce sont les titres III et IV qui ont reçu les plus grands développements. Le rôle des enveloppes, de la surchauffe et des détentes en cascade est étudié et discuté d'une manière très rationnelle, qui aurait toutefois gagné à s'inspirer davantage de la théorie expérimentale de Hirn. Le point de vue dynamique est traité largement; les effets d'inertie, les réactions du bâti, la régularisation du mouvement de l'arbre moteur, l'action du volant, etc., sont l'objet d'une attention spéciale, ainsi que les épreuves des machines, par l'examen desquelles se termine le livre.

AIMÉ WITZ,
Correspondant de l'Institut.

2° Sciences physiques

Thomson (Sir J.-J.) — **Rays of positive electricity and their application to chemical Analyses.** — 1 *vol. in-8° de* 132 *pages avec* 50 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.* 25.) *Longmans, Green and C°. London,* 1913.

On sait que le nombre des rayonnements variés dont les tubes à vide sont le siège est assez élevé. La plupart de ces rayonnements sont matériels et transportent des charges électriques; tels sont les rayons cathodiques. D'autres se propagent dans l'éther comme les rayons X. La monographie du professeur J.-J. Thomson résume nos connaissances sur les rayons positifs, c'est-à-dire sur les rayonnements matériels des tubes à vide transportant des charges positives.

Les plus anciennement connus de ces rayons ont été découverts par Goldstein et appelés par lui « rayons canaux ». Ils prennent naissance sur une cathode percée de trous et frappée par l'afflux anodique; ils se propagent en ligne droite derrière elle et sont formés de projectiles ayant des dimensions atomiques. Déjà étudié par bien des physiciens, ils ont été, depuis quelques années, l'objet d'une étude approfondie de la part de J.-J. Thomson, qui a remarquablement précisé leur nature et leurs propriétés. L'emploi combiné de la plaque photographique et de l'électromètre comme appareils explorateurs lui a permis de compter les particules, de comparer leur charge, leur masse et leur vitesse. L'application simultanée d'un champ électrique et d'un champ magnétique facilite leur séparation et permet d'obtenir de véritables spectres. On peut ainsi se faire une idée de la complexité inattendue des groupements atomiques qui portent les charges électriques et faire toute une chimie nouvelle des tubes à vide. J.-J. Thomson croit en particulier avoir démontré l'existence de la molécule H^3.

Les particules qui constituent les rayons canaux émettent de la lumière; et, à cause de leur grande vitesse, les ondes émises doivent présenter l'effet Doppler. C'est en effet ce que l'expérience a montré à M. Stark et un chapitre est consacré à l'étude de ce phénomène. Il n'est peut-être pas inutile d'ajouter que cette découverte a conduit récemment M. Stark à celle de l'analogue électrique du phénomène de Zeeman.

Les rayons canaux sont, pour la plus grande part, chargés positivement. Une partie cependant transporte des charges négatives ou nulles et J.-J. Thomson en donne une explication assez satisfaisante. Une explication analogue permet de comprendre l'émission par les cathodes de rayons de même sens que les rayons cathodiques et chargés positivement (rayons positifs dits « de J.-J. Thomson »).

Enfin, MM. Gehrcke et Reichenheim ont découvert les rayons anodiques, c'est-à-dire des rayons positifs émis par certaines anodes de tubes à vide. Ce sont encore des flux de particules de dimensions atomiques, et un chapitre leur est également consacré.

Si l'on ajoute que ce sujet si plein d'actualité est traité avec la clarté et l'originalité qui caractérisent les écrits du professeur J.-J. Thomson et en rendent la lecture aussi attrayante que celle d'un roman, nous aurons résumé les principales raisons qui permettent de recommander la lecture de cet ouvrage.

EUGÈNE BLOCH,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

Les Classiques de la Science, publiés sous la direction de MM. H. ABRAHAM, H. GAUTIER, H. LE CHATELIER, J. LEMAIRE. — I. **L'air, l'acide carbonique et l'eau.** *Mémoires de* DUMAS, STAS et BOUSSINGAULT. 1 *vol. in-8° écu de* 104 *pages, avec* 4 *planches.* (*Prix* : 1 *fr.* 30.) — II. **Mesure de la vitesse de la lumière. Etude optique des Surfaces.** *Mémoires de* LÉON FOUCAULT. 1 *vol. in-8° de* 123 *pages, avec* 3 *planches.* (*Prix* : 1 *fr.* 30.) — III. **Eau oxygénée et ozone.** *Mémoires de* THÉNARD, SCHOENBEIN, DE MARIGNAC, SORET, TROOST, HAUTEFEUILLE, CHAPUIS. 1 *vol. in-8° de* 111 *pages.* (*Prix* : 1 *fr.* 20.) — IV. **Molécules, atomes et notations chimiques.** *Mémoires de* GAY-LUSSAC, AVOGADRO, AMPÈRE, DUMAS, GAUDIN, GERHARDT. 1 *vol. de* 116 *pages, avec* 1 *planche.* (*Prix* : 1 *fr.* 20.) — *Armand Colin, éditeur. Paris,* 1914.

Ainsi qu'ils nous en avertissent, les promoteurs de cette publication se sont proposés de rendre accessible au plus grand nombre la lecture des mémoires fondamentaux dus aux savants français et étrangers qui ont ouvert les grands chapitres de la Science.

Cette accessibilité n'existe certainement pas à l'heure actuelle. Les mémoires en question sont en effet disséminés dans les recueils scientifiques les plus divers, et s'il existe quelques bibliothèques où l'on trouve la collection presque complète de ces recueils, celles-ci sont fort peu nombreuses et d'ailleurs monopolisées par les très grandes villes. Ajoutons qu'elles ne sont point ouvertes à tout venant et qu'en outre la multiplicité des recueils est très embarrassante pour celui qui ne sait pas exactement où fut publié le mémoire dont il veut prendre connaissance. Aussi voit-on couramment des écrivains scientifiques montrer dans leurs publications l'ignorance la plus étonnante des Mémoires auxquels ils se réfèrent. Ils s'en rapportent à ce qu'en disent d'autres auteurs qui ne les ont pas vus plus qu'eux, oubliant qu'après un passage au travers d'une série d'individus, dont les aberrations sont loin de se compenser, il ne peut rester d'un mémoire, qu'une image absolument déformée.

Aussi n'est-il pas surprenant qu'il se soit glissé dans l'enseignement nombre de propositions que l'on qualifierait de puériles ou d'inexactes si l'on ne craignait, ce faisant, de blasphémer le grand nom dont on les croit signées; en réalité, elles sont le fruit d'incompréhensions successives imputables à des auteurs trop peu curieux. La publication des *Classiques de la Science* amènera certainement une diminution dans le nombre de ces défectuosités, rendant ainsi un service signalé à la cause de l'instruction générale.

Ce ne sera pas le seul; un traité expose les faits avec sécheresse, tout à côté est supprimé radicalement; le résultat ainsi obtenu n'est pas sans utilité; néanmoins, bien qu'une poutre équarrie se prête à divers usages, elle ne donne qu'une médiocre idée de la splendeur d'un arbre qui porte des rameaux et des feuilles. Dans ses mémoires, le véritable savant sème une foule d'idées intéressantes et suggestives; on ne retrouve plus celles-ci dans les manuels, et c'est pourquoi la lecture des mémoires est à recommander non seulement à ceux qui enseignent, mais encore à

ceux qui étudient. Les jeunes gens, en particulier, tireront un grand parti de ce genre de lectures, à condition d'être guidés par un professeur qui, tout en leur apprenant le respect des maîtres, ne proclamera pas l'infaillibilité de ceux-ci.

Le premier volume des *Classiques de la Science* renferme des mémoires de Dumas, Stas et Boussingault sur la composition de l'air, du gaz carbonique et de l'eau. Je sais bien qu'il s'agit ici de tout autre chose que d'un traité; néanmoins, puisqu'on nous annonce les mémoires de Lavoisier sur l'air et l'eau, j'aurais préféré voir rassemblés en un même petit volume les deux mémoires relatifs à l'eau, auxquels on aurait joint celui de Morley; l'air aurait fait l'objet d'un autre fascicule. On suivrait ainsi plus facilement les progrès réalisés dans l'étude d'une même question et, tout en établissant que Dumas ou Lavoisier ont ouvert la voie, on aurait montré de suite, ce qu'on oublie trop souvent dans l'enseignement secondaire, que la science n'est pas restée figée depuis ces grands savants.

Le volume II renferme des mémoires de Foucault relatifs à la vitesse de la lumière et à l'étude optique des surfaces; le volume III a trait à l'eau oxygénée et à l'ozone; on y trouve entre autres le mémoire si intéressant de Soret; le volume IV est relatif à la notation chimique, aux atomes et aux molécules. On y trouve réunis les mémoires d'Avogadro, Ampère, Gaudin, et d'importants extraits de Dumas et de Gerhardt.

Mais ici la personnalité si marquée de celui qui a choisi ces extraits a laissé son empreinte; si quelqu'un voulait refaire l'un des volumes I, II ou III, il lui suffirait presque d'en connaître les titres. Pour le volume IV il n'en serait pas de même. Ajoutons qu'on y chercherait en vain un extrait du *New System of Chemical Philosophy* de Dalton, et c'est dommage; car ce livre, fort rare, fait probablement mieux comprendre les idées de ce savant que tous les traités de Chimie actuels. L'auteur du volume IV, qui voit en Avogadro le père de nos atomes actuels, ne partagerait-il pas l'opinion générale que résume cette phrase de Dumas : Dalton, « l'illustre fondateur de la théorie atomique » (vol. I, p. 8).

Les volumes que j'ai sous les yeux sont fort bien imprimés, très lisibles, et d'un bon marché exceptionnel grâce au désintéressement des auteurs qui, dans un but d'intérêt général, ont assumé gratuitement une tâche considérable et plus ardue qu'il ne semblerait au premier abord. R. Lespieau,

Professeur-adjoint à la Sorbonne.

Ullmann (F.). — **Travaux pratiques de Chimie organique.** *Traduit de l'allemand par* R. Cornubert. *2e édition française. — 1 vol. in-8°, de* XII-262 *pages, avec* 26 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1913.

L'auteur, qui a été pendant plusieurs années l'assistant du professeur Graebe au Laboratoire de Chimie organique de l'Université de Genève, y a enseigné à quelques générations d'étudiants la préparation des substances organiques, et c'est le fruit de cette pratique qu'il a consigné dans le présent volume.

Celui-ci débute par une partie théorique, consacrée aux diverses méthodes qui permettent d'effectuer les opérations courantes : nitration, sulfonation, halogénation, réduction, oxydation, alcoylation, saponification, etc., où l'auteur fait ressortir les avantages et les inconvénients de chaque méthode et celle qui paraît le mieux appropriée à un cas spécial.

Après un chapitre relatif à l'analyse organique, l'auteur donne, dans une seconde partie, 66 préparations d'exercice portant sur un certain nombre de corps importants ou typiques de la Chimie organique et dont plusieurs s'enchaînent les unes les autres. A signaler une préparation obtenue par voie électrochimique et une autre réalisée sous l'action calorifique du courant.

Ce petit livre, dont une 2e édition a consacré la valeur, rendra de nombreux services aux étudiants des laboratoires de Chimie. L. B.

3° Sciences naturelles

Martonne (Emm. de), *Professeur à l'Université de Lyon, Chargé de cours de Géographie à la Sorbonne.* — **Traité de Géographie physique. Climat. Hydrographie. Relief du sol. Biogéographie.** *2e édition, revue et augmentée. — 1 vol. gr. in-8° de* XII-924 *pages, avec* 400 *figures,* 52 *planches de reproductions photographiques hors texte et* 2 *grandes cartes en couleurs.* (*Prix* : 22 *fr.*) *Librairie Armand Colin. Paris,* 1913.

Il serait superflu de faire aujourd'hui l'éloge du *Traité de Géographie physique* de M. Emm. de Martonne : ce livre, devenu classique dès son apparition, est, en effet, le manuel indispensable à consulter, l'instrument de travail qui se trouve dans toutes les mains, aussi bien parmi les étudiants que chez les professeurs. Son succès si rapide a conduit l'auteur, après moins de quatre ans, à nous en donner une deuxième édition, qui diffère de la première[1] non seulement par un certain nombre d'améliorations d'ordre matériel, telles que l'introduction de figures et de planches nouvelles, mais surtout par la revision attentive du texte, — dont certaines parties ont été reprises presque en entier, — et par l'addition, aux notes bibliographiques qui terminent les chapitres successifs, de références achevant de mettre à jour ces listes, si précieuses pour les travailleurs.

En dehors des passages touchant aux questions de Géographie mathématique, dont la forme a souvent été retouchée pour en rendre la doctrine plus sûre ou l'intelligence plus facile, ce sont les deux sections consacrées à l'*Hydrographie* et au *Relief du sol* qui ont subi les remaniements les plus importants. Les progrès récents de l'Océanographie ont amené la refonte complète de plusieurs chapitres. Enfin, comme on pouvait s'y attendre de la part de M. de Martonne, la discussion des faits et des hypothèses concernant l'action des glaciers sur leur lit a été l'objet de soins particuliers.

Tel qu'il est, ce *Traité de Géographie physique* constitue, d'ailleurs, le seul ouvrage en langue française où l'ensemble des matières réunies sous cette étiquette soient abordées simultanément, et avec un louable souci des proportions[2]. Il est donc appelé à jouer, chez nous, un rôle comparable aux *Grundzüge der physischen Erdkunde* du professeur Alex. Supan, qui se meuvent à peu près dans le même cadre, et qui, depuis 1885, ont eu déjà cinq éditions. Ce n'est pas que sa lecture doive toujours dispenser de recourir à des ouvrages embrassant un champ moins étendu, comme les suggestives *Leçons de Géographie physique* d'Albert de Lapparent (qui représentent, en réalité, un traité de Morphologie terrestre), les *Eléments de Topographie* du colonel Crouzet ou le *Traité élémentaire de Météorologie* de M. A. Angot, par exemple; mais on trouverait difficilement, ailleurs, un exposé aussi complet et aussi bien informé du faisceau de connaissances relatives au sol, à l'air et à l'eau qui, bien que cultivées, en fait, par des savants de professions différentes : physiciens, astronomes, topographes, géologues, naturalistes, — continuent à être groupées sous ce vocable, quelque peu flottant, de « Géographie physique ».

Ces tendances encyclopédiques, qu'il devient chaque jour plus difficile de satisfaire, par suite de la spécia-

[1] Voir le compte rendu de la 1re édition, par Ph. Glangeaud, dans la *Revue générale des Sciences*, t. XXI, 1910, p. 124-125.

[2] On peut s'étonner que l'auteur ait laissé à peu près entièrement de côté l'étude du Magnétisme terrestre et la Séismologie.

lisation croissante qui se fait sentir dans tous les ordres de recherches, ces tendances constituent d'autre part, il faut bien le reconnaître, un écueil sérieux pour les représentants actuels de la Géographie scientifique; et c'est surtout en abordant l'étude des problèmes qui sont du ressort de la Biologie que le danger de la compilation purement verbale est à redouter. S'il est indispensable que les botanistes et les zoologistes, en attaquant les questions de ce genre, s'imprègnent de l'esprit et des méthodes qui constituent peut-être, en dernière analyse, le véritable objet de la Géographie, n'est-il pas illusoire, au contraire, pour les géographes professionnels, de chercher à devenir naturalistes et de prétendre faire œuvre originale en ce domaine si prodigieusement complexe? Les faits de distribution sont, en grande partie, des faits d'évolution examinés dans l'espace, à un moment donné de l'histoire des êtres qui est l'époque où nous vivons; ne serait-il pas profondément irrationnel d'en séparer l'analyse de celle des faits d'évolution considérés dans le temps, c'est-à-dire de la Paléontologie?

Mais laissons-là ces querelles de limites : après tout, peu importe d'où nous vient la lumière, pourvu qu'elle éclaire notre route. Reconnaissons, avec tous ceux qui se sont servis de ce livre, que le *Traité* de M. de Martonne est venu combler une lacune très sensible de notre littérature scientifique. Et remercions du même coup la Librairie Armand Colin qui a, suivant son habitude, apporté tant de soins à la présentation matérielle de ce beau volume. EMM. DE MARGERIE,
Ancien Président de la Société Géologique de France.

Maurel (Dr E.), *Professeur honoraire à la Faculté de Médecine de Toulouse.* — **Essai sur l'alimentation dans les sports.** — 1 *vol. in-8° de* 80 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1914.

A peine le professeur Maurel a-t-il terminé la publication de son volumineux *Traité de l'Alimentation* qu'il fait paraître en une manière d'addendum un *Essai sur l'Alimentation dans les Sports.* Le sujet est d'actualité et M. Maurel était désigné plus que quiconque pour mettre en lumière le fait que, si les exercices physiques ont pour but l'amélioration de la race, ils n'y parviendront que si l'individu s'y adonne méthodiquement, scientifiquement.

La surveillance médicale s'impose dans les centres sportifs; au médecin il appartient de réglementer la graduation des sports suivant l'entraînement du sujet, d'adapter surtout son alimentation à ses besoins.

La balance présidera à ce rôle; une des conditions indispensables pour que le sport soit utile est que le sujet reste à son poids normal s'il y était déjà, et qu'il y soit ramené s'il n'y était pas. L'alimentation doit donc faire face aux dépenses d'entretien et à celles du sport; les premières relèvent de la physiologie générale; il importait donc de déterminer les secondes. M. Maurel fait cette évaluation séparément pour les sports musculaires (escrime, boxe, sports athlétiques, marche); pour les sports de rayonnement (vie au grand air, navigation, ski, patin, automobile, aéronautique, navigation); pour les sports mixtes enfin (course, alpinisme, cyclisme, équitation, canotage).

Pour ce qui est des sports musculaires, la plus grande partie des dépenses qui leur correspond peut être appréciée par le travail utile produit : la ration supplémentaire sportive — étant donné que le rendement est de 20 °/₀ environ — doit donc être équivalente à cinq fois ce travail utile produit.

Dans les sports de rayonnement, les dépenses relèvent d'influences variables : température et humidité de l'atmosphère, vitesse du vent, vêtements de sujet, et M. Maurel d'exposer à ce propos les recherches expérimentales qui lui sont personnelles, et de faire remarquer à juste titre que les dépenses de cet ordre sont exactement couvertes par une quantité d'aliments donnant le même chiffre de calories, sans qu'il soit besoin de multiplier par 5 comme précédemment.

Dans les sports mixtes, les dépenses musculaires s'ajoutent aux dépenses dues au rayonnement; l'alimentation doit y pourvoir.

M. Maurel consacre un certain nombre de pages à la détermination des aliments de choix dans chacun des sports, et il indique particulièrement, dans le cas des sports musculaires, le sucre, le café, les fruits secs; dans celui des sports de rayonnement, les corps gras, le pain, les œufs.

Si, pour terminer, nous disons qu'aux yeux de l'auteur le régime lacto-ovo-végétarien constitue le régime indiscutable d'endurance sportive et que la décoction légère de café est en réalité la boisson de choix, on se rendra compte que l'ouvrage de M. Maurel n'est pas seulement théorique, mais que son côté pratique en impose la lecture à tous ceux qui, soucieux de leur santé, s'adonnent aux exercices physiques, à Monsieur tout-le-monde en un mot, qui, souvent comme M. Jourdain, fait plus ou moins de sport, sans le savoir.
J. GAUTRELET.

4° Sciences diverses

Zacon (L.), *Inspecteur du travail*, et **Lefebvre** (René), *Inspecteur technique à la Cie d'assurance La Prévoyance.* — **Manuel pratique de prévention des accidents du travail.** — 1 *vol. in-8 de* 154 *pages, avec* 130 *figures.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Les Editions techniques*, 18, *boulevard Beaumarchais. Paris*, 1914.

En dehors de la question de droit, on a peu écrit sur les accidents du travail. Tout ce qui a paru en ce sens est dispersé dans une foule de revues techniques, lesquelles ne traitent des accidents qu'à titre exceptionnel. Cela tient à plusieurs raisons.

En premier lieu, le nombre des personnes réellement compétentes en cette matière est peu élevé ; les méthodes de prévention varient d'une industrie à l'autre, et même parfois d'une usine à l'autre, car l'accident du travail tient à des conditions infiniment variables, en dehors des précautions de principe : éclairage, espace autour des machines, forme du salaire, instruction professionnelle des ouvriers, action des surveillants, etc.

Il existe une foule de médecins, de professeurs, qui, sans être spécialisés, ont des connaissances profondes en matière d'hygiène professionnelle et s'y intéressent. Pour la prévention des accidents du travail, nous avons seulement quelques ingénieurs et les inspecteurs du travail. Je dis quelques ingénieurs, car la plupart, entraînés dans ce tourbillon qu'est la lutte pour la concurrence, exercent leur sagacité bien plus à augmenter le rendement des machines qu'à diminuer le risque accident. Et cependant il n'est pas douteux que, s'il était dépensé autant d'ingéniosité à rendre des mécanismes moins dangereux qu'à faire d'eux des organes de plus en plus dociles de la production, nous n'aurions pas à enregistrer un nombre aussi élevé d'accidents.

En 1912, on a compté en France près de 500.000 accidents, un pour dix ouvriers; sur ce nombre, il y a eu 2.500 morts et plus de 6,000 incapacités permanentes. Le coût de l'assurance s'est élevé à plus de cent millions cette année-là!

Ces chiffres n'ont-ils pas une éloquence qui leur est propre et ne doit-on pas travailler à les réduire? Aussi faut-il savoir gré à ceux qui s'essayent à la tâche ingrate de nous éclairer sur les dangers des machines et des manutentions industrielles.

C'est un travail de ce genre-là qu'ont fait MM. Zacon et Lefebvre, bien qualifiés l'un et l'autre par leurs connaissances spéciales. Leur livre n'a aucune prétention à l'universalité, il n'est même pas très volumineux. Ils ont étudié les causes les plus connues d'accidents évitables et se sont efforcés de montrer comment on pouvait les éviter. Ce livre est écrit simplement, à la portée de toutes les intelligences, et de nombreuses gravures en illustrent le texte. P. BOULIN,
Inspecteur divisionnaire du Travail.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Juillet 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. G.-J. **Rémoundos** : Sur les séries de fonctions et les singularités des équations différentielles. — MM. **Th. de Donder** et **O. de Ketelaere** : Sur le champ électromagnétique de Maxwell-Lorentz et le champ de gravitation d'Einstein. — M. **P. Chofardet** adresse ses observations de la nouvelle comète 1914 *c* (Neujmin), faites à l'Observatoire de Besançon. — M. **C. Beauvais** montre que les rouages des horloges ne suivent pas exactement les oscillations des balanciers, et qu'elles ne peuvent donner l'heure qu'à un centième de seconde douteux. Le mouvement des balanciers est au contraire très régulier et peut commander des signaux électriques avec la précision du millième de seconde.

2° Sciences physiques. — M. **G. Le Bon** montre que les conclusions que M. Einstein a déduites du principe de relativité sur l'énergie intra-atomique sont fort voisines de celles auxquelles il est arrivé jadis par une autre voie. — M. **L. Brillouin** rattache directement par des formules la viscosité des liquides à l'agitation de rayonnement thermique et au coefficient d'absorption qui résulte lui-même des fluctuations dues à cette même agitation. — M. **A. de Gramont** a reconnu que, si, dans des sources de températures différentes, les raies d'un élément ne conservent pas la même sensibilité, les raies ultimes sont en tout cas comprises parmi un très petit nombre de lignes, déjà de grande sensibilité avec l'étincelle condensée. Les raies de sensibilité maximum sont d'autant moins réfrangibles que la température (ou l'énergie) de la source est moins élevée. — M. **C. de Watteville** décrit un dispositif pour l'étude du spectre de l'auréole de vapeur métallique qui se produit après la décharge d'une étincelle électrique entre deux conducteurs. — M. **H. K. Onnes** montre que le temps de persistance d'un courant une fois établi dans un circuit supraconducteur et abandonné à lui-même sans f.é.m. peut devenir si grand que le courant devient pratiquement permanent. — M. **G. Brañas** présente un microradiographe pour la réception et l'enregistrement des signaux de t. s. f. par un appareil Morse. — MM. **H. Abraham, A. Dufour** et **G. Ferrié** décrivent une méthode de mesure directe de la durée de propagation des ondes de t.s.f. à la surface du Globe. D'après les résultats obtenus, ces ondes se propageraient avec une vitesse apparente légèrement inférieure à la vitesse de la lumière. — M. **Boulouch** poursuit l'étude des propriétés des systèmes de dioptres de révolution autour d'un même axe. — M. **L. G. Stokvis** montre comment se forment les harmoniques 3 dans les alternateurs par suite du déséquilibrage des phases. — M. **Abonnenc** a constaté que la courbe de sensibilité du sélénium à la lumière dépend du % de tellure que renferme le sélénium. Te joue probablement par rapport à Se le rôle du phosphorogène par rapport aux corps phosphorescents. — M. **R. Wallach** a déterminé la susceptibilité magnétique de différentes variétés de sesquioxyde de fer, et sa variation avec la température jusqu'après transformation. La faible susceptibilité de l'oxyde transformé est presque atteinte avant la transformation. — M. **A. Portevin** a reconnu que la mise en solution du carbone des aciers par chauffage est loin d'être un phénomène instantané. L'élévation de température et de durée de chauffage avant trempe accroissent la résistivité de l'acier trempé, soit en modifiant l'équilibre final, soit en agissant sur la vitesse de réaction. — M. **P. Chevenard** montre que l'amplitude de l'anomalie réversible des aciers au Ni est directement proportionnelle à la quantité du composé Fe^2Ni contenu dans l'alliage. L'amplitude de la transformation irréversible est proportionnelle à la teneur en fer libre de l'alliage. — M. **H. Guilleminot** a observé que le coefficient de diffusion des rayons X par les substances à poids atomiques légers est à peu près le même pour tous les faisceaux X monochromatiques; tout faisceau X est approximativement réductible à un certain nombre d'exponentielles convenablement choisies de place en place dans la gamme spectrale. — MM. **A. Kling, D. Florentin** et **P. Huchet** ont reconnu que, durant les 24 heures qui suivent leur préparation, les solutions vertes de sulfate de chrome ne contiennent les radicaux sulfuriques qu'à l'état dissimulé; au bout de ce temps, apparaissent des radicaux non dissimulés, dont le nombre s'accroît avec l'âge de la solution. Ces solutions tendent vers un état d'équilibre, fonction de la température et de la concentration. — MM. **L. Tschugaeff** et **W. Chlopine**, en traitant les sels de Ni par un mélange d'hydrosulfite et de nitrite de Na, ont obtenu deux sels de Ni monovalent : un violet, qui paraît être $SO^3Ni.AzH.SO^3H.\,nH^2O$, et un bleu, qui serait l'hydrate de Ni correspondant. — M. **A. Villiers** montre que le sulfure vert de Mn est du sulfure à son degré le plus grand de condensation. En précipitant les sels de Mn au voisinage de 100°, et en laissant digérer au bain-marie, on obtient toujours du sulfure vert. On peut donc facilement doser Mn sous cette forme. — M. **J. Joannis** a observé que le cuivre à 200° comme à 300° est d'abord oxydé par le gaz tonnant; l'oxyde formé est un catalyseur pour le gaz tonnant. CuO à 300° provoque la combinaison pour ainsi dire totale du gaz tonnant. La tension de la vapeur d'eau formée semble avoir un grand rôle dans la catalyse. — M. **R. de Forcrand**, par la détermination de la chaleur de fixation des molécules d'eau successives sur le sulfate de Mn, a reconnu que le sel anhydre et la plupart de ses hydrates existent sous deux formes isomères. Les produits ordinaires sont des mélanges différents des deux types isomères. — MM. **P. Lebeau** et **M. Picon** ont étendu à un certain nombre d'hydrocarbures leur procédé d'hydrogénation par l'amidure de Na. Ils ont ainsi préparé le tétrahydrure d'acénaphtène, F. 12°; le dihydrure d'anthracène, F. 107°; le tétrahydrure de phénanthrène, Eb. 310°; le tétrahydrure de diphényle, Eb. 243°; etc. — M. **H. Gault** a constaté qu'à la température de l'ébullition HCl concentré réagit sur la lactone oxalocitrique en la transformant surtout en acide 1 : 2-pyrone-6-carbonique. — M. **R. Cornubert** a obtenu les propylcyclohexanones avec un rendement très bon par hydrogénation catalytique en présence de Ni des allylcyclohexanones correspondantes. L'alcoylation directe à l'amidure et à l'iodure de propyle ne permet pas de dépasser la monopropylation. — M. **H. Wohlgemuth**, en faisant réagir les dérivés organo-métalliques mixtes de Zn sur les chlorures d'acides γ-halogénés, a obtenu les cétones γ-halogénées correspondantes; l'hydrolyse de ces dernières donne les cétones-alcools γ. — M. **J. Bougault** a déshydraté les semicarbazones des acides α-cétoniques par l'action à chaud des alcalis très dilués et les a transformées en dioxytriazines; ces dernières sont des acides donnant des sels et des mono- et diéthers. — MM. **Cluzet** et **Th. Nogier** ont déterminé la teneur en émanation des eaux des sources d'Evaux-les-Bains. Le débit gazeux de la Source César, évalué à 260.000 litres par an, est de beaucoup supérieur aux débits gazeux de Plombières et de La Chaldette. —

M. L. Lindet a reconnu que la solubilité des caséines du lait dans les éléments du sérum et même dans l'eau est d'autant plus grande que celles-ci sont moins minéralisées. — MM. P. Thomas et R. C. Moran ont isolé de l'*Aspergillus niger* un protéide phosphoré et une albumine coagulable, correspondant aux substances analogues retirées de la levure de bière.

3° Sciences naturelles. — MM. H. Guillemard et G. Regnier ont constaté qu'après un séjour en montagne ayant donné lieu à des manifestations intenses du mal d'altitude, le pouls, après retour en plaine, est notablement plus lent qu'avant l'ascension. Le rythme respiratoire revient à la normale dès le retour en plaine, mais le débit respiratoire se montre très supérieur à ce qu'il était avant l'ascension. — M. P. Godin énumère une série de lois de croissance basées sur 2.000 observations d'enfants et 300.000 mesures. — MM. A. Mayer et G. Schæffer montrent que, dans une espèce donnée, la concentration de l'organisme entier en lipoïdes phosphorés est caractéristique; elle varie peu au cours de la croissance. — M. E. F. Terroine déduit de ses recherches que la cholestérine de l'organisme présente une fixité remarquable et ne varie pas le plus souvent de 5 °/₀ entre les différents individus de la même espèce; la teneur de la cholestérine offre une indépendance absolue vis-à-vis de la structure de l'organisme et de la famille à laquelle il appartient. — M. G. Tanret a reconnu que la galégine est un alcaloïde doué d'une activité physiologique manifeste et amenant à dose toxique la paralysie de la moelle et des centres nerveux. — Mme M. Phisalix a constaté que des lapins immunisés successivement contre le venin cutané muqueux de la salamandre terrestre et contre le venin de la vipère aspic résistent à l'inoculation cérébrale du virus rabique fixe, inoculation toujours mortelle pour les lapins normaux. — M. E. Bataillon a observé un accroissement indéniable de conductibilité électrique chez les œufs d'Anoures après l'application des chocs induits; mais bientôt cette conductibilité diminue, sans toutefois revenir à ce qu'elle était chez l'œuf vierge. — M. A. Lécaillon signale qu'aux environs de Toulouse la période de reproduction de la Galéruque de l'orme s'étend depuis le début de mai jusqu'au delà du début de juillet. Le nombre d'œufs pondus par chaque femelle est beaucoup plus grand qu'on ne le croyait (plus de 500). — MM. Edm. Sergent et H. Foley montrent que le virus de la fièvre récurrente, outre sa forme spirillaire, peut revêtir une autre forme très petite, également virulente. Il prend cette forme, soit dans les périodes d'apyrexie qui séparent les accès de récurrente chez l'homme, soit dans la période qui suit le repas infectant chez le pou. — M. H. Lecomte a reconnu que l'opercule des graines de *Musa* est dû à un développement spécial de la zone externe de la primine et que cet opercule est percé d'un canal micropylaire; chaque graine normale, provenant d'un ovule anatrope, est flanquée d'un organe annexe issu d'un ovule frappé d'avortement et développé sur la chalaze de l'ovule fertile. Les substances accumulées dans cet organe annexe paraissent nécessaires pour que la germination des graines se produise. — M. L. Lutaud a constaté que les couches crétacées supérieures des environs de Mazauges doivent être rapportées au Sénonien, dont la stratigraphie témoigne en cette région d'un régime littoral et lagunaire dominant, avec trois ou quatre retours, très courts, du régime marin néritique. — M. E.-A. Martel a trouvé, dans le parc de Yellowstone, en plein courant de la rivière Gibbon, un exemple typique de roche pédonculaire, ce qui est une nouvelle preuve de l'origine torrentielle de ces formations. — M. Em. Belot donne quelques essais de vérification de sa nouvelle théorie physique sur la formation des océans et des continents primitifs. Il arrive à ce résultat que, pour édifier les continents au-dessus du niveau primitif du noyau terrestre, les océans ont érodé un poids de l'écorce égal à leur propre poids.

Séance du 13 Juillet 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. M. Paschoud : Application de la méthode de Walther Ritz au problème du régime uniforme dans un tube à section carrée. — M. Farid Boulad Bey : Un nouveau théorème sur les déplacements élastiques et son application à la simplification du calcul direct des réactions des appuis des poutres continues.

2° Sciences physiques. — M. P. Idrac déduit de ses études sur les irrégularités du vent que les courants ascendants et descendants sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense. De semblables courants, de l'ordre de 1 mètre par seconde, s'observent couramment sur de grands espaces à 200 ou 300 mètres d'altitude au-dessus des villes ou d'une campagne légèrement ondulée. — M. J. Loisel communique deux nomogrammes permettant de réduire les indications du baromètre au niveau de la mer. — M. P. Le Rolland décrit une réalisation simple et commode de la méthode photographique imaginée par M. Lippmann, utilisant l'étincelle électrique pour la comparaison des durées d'oscillation de deux pendules. — M. C.-G. Bedreag a étudié l'électrisation par les rayons X. L'effet positif, restant après déviation des charges cathodiques venant du radiateur, est analogue à l'effet photo-électrique; on y retrouve la relation : le carré de la vitesse maximum des électrons émis est proportionnel à la fréquence du rayonnement X incident. — M. E. Estanave montre que la plaque autostéréoscopique permet d'extérioriser la représentation photographique d'un sujet dont on ne possède qu'une image prise d'un point de vue unique. — M. G. Millochau décrit une nouvelle méthode pyrométrique fondée sur l'absorption de quelques substances pour le rayonnement intégral. Elle lui permet d'étendre l'emploi du télescope pyrométrique de Féry au cas où l'image est plus petite que le disque. — MM. Massol et Faucon ont étudié le spectre ultra-violet des dissolutions aqueuses de nitrate de cuivre. Ce corps ne fait pas exception à la règle, comme on l'avait prétendu : il donne la bande de l'acide nitrique, mais il la donne avec moins de netteté, car il est plus transparent pour ces radiations que les autres nitrates. — M. P. Chevenard a déterminé la dilatation des ferro-nickels dans un grand intervalle de température. La chute brusque de la courbe relative à 700°, presque à l'aplomb de Fe^2Ni, constitue une preuve de l'existence de ce composé à cette température. Le prolongement de la courbe jusqu'à l'ordonnée d'origine correspond au coefficient de dilatation du fer γ à 700° (hypothétique). — M. M. Guichard indique une nouvelle méthode de détermination du poids atomique de l'iode : un poids connu de I^2O^5 est décomposé par la chaleur en ses éléments, I et O, qu'on pèse l'un et l'autre. La moyenne des valeurs trouvées est de 126,915 pour O = 16. — MM. P. Sabatier et L. Espil ont constaté que CuO, réduit par H, amène directement au métal, sans formation intermédiaire d'un sous-oxyde. PbO conduit entre 190° et 250° à un sous-oxyde Pb^2O stable, irréductible sous la pression ordinaire dans cet intervalle de température. NiO amène à un sous-oxyde qui est lui-même réductible, même aux températures les plus basses de réduction, et par conséquent engendre dans tous les cas un mélange de sous-oxyde et de Ni. — M. F. Taboury montre que la déshydratation progressive de $GlSO^4.4H^2O$ confirme l'existence des hydrates à 1 et 2 H^2O et semble indiquer celle d'un hydrate à 0,5 H^2O. La stabilité de $GlSO^4$ jusqu'à 530°-540° permet de doser Gl à l'état de sulfate. SO^4Gl ne semble pas former de sulfates acides. — M. B. Bogitch a étudié l'alliage ternaire Zn-Ag-Pb. Le diagramme triangulaire est divisé en deux régions très différentes : l'une correspond à l'existence de deux couches superposées, l'autre présente les proportions des trois métaux qui peuvent exister sans se liquater. — M. L. Tschugaeff a préparé le chloroplatinite de tripropylammonium

$[Az(C^2H^7)^3H]^2PtCl^4$ par double décomposition du chlorhydrate avec le chloroplatinite d'Am. Ce corps, par réaction avec différents dérivés organiques, sert à préparer de nombreux composés complexes du Pt bivalent. — MM. **Ph.-A. Guye** et **F.-E. Germann** décrivent un appareil, entièrement en verre soudé, pour l'analyse de très petites quantités de gaz (de l'ordre de quelques dizaines de millimètres cubes). Une analyse d'air, effectuée à titre de contrôle, a donné des résultats très exacts. — M. **J. Clarens** montre que la méthode chlorométrique de Penot, parfaitement suffisante pour l'usage industriel, est moins correcte que la modification de Mohr et donne des résultats plus faibles. Il semble avantageux, pour l'usage industriel, d'additionner le liquide sur lequel on opère d'un peu de KBr. — MM. **A. Brochet** et **M. Bauer** ont constaté que l'hydrogénation des composés à liaisons éthyléniques aliphatiques s'effectue avec une grande facilité en présence de Ni sous pression modérée. Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire de chauffer. — MM. **Em. Bourquelot** et **Al. Ludwig** ont réalisé la synthèse biochimique des monoglucosides β des glycols méta- et para-xyléniques : F. 85°-95° et 159°-160°; $[\alpha]_D$ = — 46°,86 et — 50°,47. — MM. **Ch. Moureu** et **G. Mignonac** ont préparé un certain nombre de cétisocétimines. Ce sont des huiles jaune verdâtre, épaisses et très visqueuses, dédoublées par HCl étendu en AzH^3 et deux molécules de la cétone correspondantes, inattaquées par le bromure d'éthyl-Mg. — M. **A. Haller** et Mme **Ramart-Lucas**, par action de l'acide chromique sur l'oxyde de propylène-diméthylacétophénone et son dimère, ont obtenu un glycol, F. 100°, puis l'acide 3-benzoyl-3-méthylbutyrique, F. 100°. On obtient le même acide par action des éthers brom- et iodacétiques sur l'isopropylphénylcétone sodée.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Calmette** et **L. Massol** ont reconnu que le venin de cobra perd lentement sa toxicité initiale, surtout lorsqu'il est conservé en poudre fine. Le sérum antivenimeux conserve sensiblement pendant au moins six ans le même pouvoir antitoxique. Dans les précipités atoxiques de venin par le sérum, la toxicité du venin est mieux conservée que dans le venin seul. — M. **J. Kunckell d'Herculais** signale le dépérissement des Ailanthes (Vernis du Japon) en France et sa répercussion sur l'existence des chenilles de l'*Attacus Cynthia* qui se nourrissent de leur feuillage; aussi ce papillon devient-il de plus en plus rare. — M. **O. Lignier** a reconnu que l'organisation générale de la fleur est la même chez les Crucifères et chez les Fumariées. — M. **Edg. Zaepffel** a constaté, chez un certain nombre de Graminées, que l'abondance des stomates, dans les jeunes plantules, correspond au degré de sensibilité héliotropique. — MM. **E. Chuard** et **R. Mellet** montrent qu'il serait désavantageux, même au point de vue de la production de nicotine, de laisser grandir les bourgeons axillaires du tabac formés avant la récolte, au lieu de les enlever au fur et à mesure; mais le rendement des sous-produits utilisables ultérieurement peut être sensiblement surélevé en traitant au nitrate de soude les plantes laissées en terre après la récolte des grandes feuilles et dépouillées exclusivement de ces dernières. — M. **M. Lugeon** signale que, lorsque dans l'écorce terrestre des tranches énormes se meuvent sous des poids considérables, la plasticité du substratum devient telle que la série autochtone subit, elle aussi, des déplacements inégaux et variables. Les terrains autochtones au-dessous de la nappe de Morcles en offrent un exemple saisissant. — M. **Em. Haug** communique de nouvelles observations sur la tectonique du vallon de Saint-Pons, près Gémenos (Bouches-du-Rhone). Les terrains qui affleurent sur le versant occidental du ravin du Fauge occupent, par rapport aux autres éléments tectoniques, exactement la même position que la nappe de Cuges. Leur continuité primitive avec cette nappe est évidente.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 4 Juillet 1914.

MM. **A. Netter** et **J. Kœchlin** ont observé l'apparition d'urticaire à la suite d'une application de sangsue; celle-ci est due à l'introduction dans le sang d'un principe s'opposant à sa coagulation. — M. **Cl. Gautier** a constaté que le suc hépatopancréatique des Crustacés, abandonné pendant plusieurs jours à la putréfaction, ne perd pas sa propriété anticoagulante directe. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** montrent que la glande bulbo-urétrale du lion se caractérise par ses tubes glandulaires ou sécréteurs partant d'ampoules ou de sinus placés à l'origine des conduits excréteurs. La musculature striée, périglandulaire ou intraglandulaire, tient au développement tardif de la glande. — M. **A. Prenant** a reconnu que l'adamantoblaste est une cellule ciliée. L'émail de la dent est une production cilio-cuticulaire. L'odontoblaste porte une bordure de poils, qui est peut-être aussi de nature ciliaire. — M. **I. Meyerson** a étudié l'addition latente dans l'excitabilité du pneumogastrique. La variation de l'addition latente ne se fait sentir que dans la zone des rythmes lents. La chronaxie paraît indépendante des variations de l'addition latente. — MM. **A. Conor** et **M. Weinberg** ont obtenu de bons résultats dans le traitement des furoncles, phlegmons et suppurations sous-cutanées par la vaccinothérapie antistaphylococcique avec un vaccin fluoruré. — M. **C. Levaditi** a constaté que, chez la souris comme chez l'homme, la leucémie lymphatique revêt deux aspects : celui de la lymphadénie aleucémique et celui de la véritable leucémie lymphatique avec altérations sanguines caractéristiques. — MM. **Edm. Sergent** et **H. Foley** ont observé que l'immunité dans la fièvre récurrente chez le singe existe encore 4 mois après l'infection, mais le pouvoir spirillicide a disparu. Chez l'homme, l'immunité acquise par une première atteinte n'existe plus au bout de quelques annnées. — M. **J. Kercelli** montre que les chiens ayant dévoré des cadavres charbonneux sont capables de propager au loin l'infection par leurs matières fécales, et pendant un laps de temps assez prolongé. — MM. **A. Netter** et **Bougault** ont observé que l'acidité du pus des pleurésies à pneumocoques va en augmentant à mesure que la maladie est plus ancienne. — M. **M. Arthus** conclut de ses expériences que l'antivenin ne détruit pas le venin qu'il a neutralisé; il le masque simplement; il le supprime fonctionnellement, mais non pas matériellement. — MM. **G. Dubreuil** et **M. Favre** montrent que les « Plasmazellen » peuvent, comme les leucocytes, différencier dans leur cytoplasma des granulations différentes des grains de ségrégation. Les granulations neutres sont des mitochondries ou des grains de ségrégation. Par contre, il existe dans certaines « Plasmazellen » des granulations oxyphiles et basophiles se rapprochant par leurs réactions colorantes de celles des cellules sanguines. — MM. **P. Mulon** et **R. Porak** ont reconnu que le processus d'immunisation jette tout d'abord dans le sang la réserve de cholestérine accumulée dans le cortex surrénal. — M. **H. Cardot** a observé que, lorsqu'on écarte progresivement les électrodes l'une de l'autre, les variations inverses des deux paramètres de l'excitabilité nerveuse sont d'abord considérables, puis semblent tendre asymptotiquement vers une limite. — M. **E. Pozerski** et Mlle **S. Krongold** ont constaté que les greffes d'intestin embryonnaire qui présentent histologiquement un développement tout à fait complet ne contiennent ni sécrétine, ni ferments solubles pour les hydrates de carbone. Seule la kinase s'y trouve en très grande quantité. — MM. **F. Widal**, **P. Abrami**, **Et. Brissaud**, **R. Bénard** et **Joltrain** signalent l'existence de variations rapides et parfois considérables de l'indice réfractométrique des sérums au cours des crises hémoclasiques. — M. **Ch. Champy** et Mme **N. Kritch**, par la culture du sang en plasma hétérospéci-

tique, ont reconnu que les leucocytes et les thrombocytes peuvent vivre même dans un milieu qui hémolyse les globules rouges. — MM. **L. Lapicque** et **R. Legendre** ont observé que l'anesthésie générale ou la cocaïnisation, aussi bien que l'application locale d'anesthésiques sur un nerf, s'accompagne de modifications très importantes de la myéline des fibres nerveuses. — M. **L. Lapicque** expose une hypothèse sur l'activité physiologique des alcaloïdes qui fait entrer en ligne de compte leur action sur les lipoïdes de la cellule nerveuse. En collaboration avec Mme **M. Lapicque**, il montre que le curare et la spartéine, qui augmentent la chronaxie du muscle, diminuent son imbibition, tandis que l'ésérine et la vératrine, qui diminuent la chronaxie du muscle, augmentent son imbibition. — Mmes **M. Lapicque** et **J. Weill** ont reconnu que la solanine est bien un poison du nerf. Elle le rend inexcitable, mais elle ne produit pas d'augmentation de la chronaxie nerveuse. — MM. **C. Dopter** et **Pauron** confirment, par la saturation des bactériolysines, la notion déjà mise en évidence de la pluralité des méningocoques; ses résultats sont rigoureusement parallèles à ceux de la saturation des agglutinines. — MM. **A. Gilbert** et **E. Chabrol** et Mlle **Guinsbourg** montrent que le foyer d'auscultation du rétrécissement pulmonaire ne répond point toujours à l'extrémité interne du 2e espace intercostal gauche. Dans 35 °/o des cas, il a pour territoire le 3e espace intercostal. — M. **C. Mathis** a observé que les Trypanosomes de vertébrés peuvent subir chez le Culex une évolution analogue à celle que l'on observe chez les Glossines. Tout le cycle paraît s'effectuer en milieu salivaire.

Séance du 11 *Juillet* 1914.

M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** montrent que les oxydones comme les oxydases sont solubles dans l'eau. Toutefois, les premières ne peuvent être extraites qu'après une destruction complète des membranes cellulaires. — MM. **Ed. Zunz** et **P. György** ont étudié l'action des acides aminés, des peptides et des protéoses sur l'hémolyse par le venin de cobra. L'effet est variable d'une espèce d'hématies à l'autre. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** montrent que le sinus urogénital se dédouble, sur une longueur plus ou moins grande, pour former les extrémités distales du vagin et de l'urètre féminins. Grâce à ce dédoublement, l'appareil uro-génital des Mammifères femelles représente, comparativement à celui des mâles, un état d'organisation supérieure. — MM. **Doyen** et **Takamine** ont reconnu que la réaction d'Abderhalden par rapport au tissu mésodermique, lorsqu'elle est positive, est un des signes de l'artério-sclérose. — MM. **M. Favre** et **G. Dubreuil** ont constaté que les granulations oxyphiles et les corps de Russell ont des relations non douteuses, non encore signalées; ce sont des substances analogues, presque identiques. — MM. **A. Valdiguié** et **F. Laporte** pensent que la coloration jaune que prennent certaines urines sous l'action des alcalins est due à la présence d'acides, dont les sels, plus particulièrement ceux de chaux et de baryte, sont jaunes. — M. **J. Watrin** a reconnu que l'œuf fécondé, avant sa fixation, détermine l'hypertrophie gravidique des capsules surrénales. — M. **J. Nageotte** présente ses recherches d'histologie comparée sur la peau des têtards d'Anoures : *Bufo*, *Rana* et *Alytes*. — M. **H. Magne** a observé que l'apomorphine supprime le fonctionnement des mécanismes de régulation thermique (polypnée et frisson), mais n'altère pas la fonction respiratoire. De même que pendant la polypnée il y a apnée, pendant le frisson thermique l'animal ne respire plus : il frissonne et les contractions rythmiques des muscles inspirateurs assurent la fonction respiratoire par surcroît. — M. **E. Pozerski** et Mlle **S. Krongold** montrent que les résultats de leurs expériences sur les greffes d'intestin embryonnaire sont en faveur de l'hypothèse que la kinase est une sécrétion leucocytaire excrétée au niveau de la muqueuse intestinale. — M. **H. Piéron** a noté, sous l'influence d'émotions plus ou moins intenses, des variations de la résistance électrique du corps assez notables. — MM. **M. Garnier** et **E. Schulmann** ont constaté que l'injection de l'extrait du lobe postérieur de l'hypophyse détermine chez le lapin une diminution du taux des urines et, dans un certain nombre de cas, le passage de l'albumine. — M. **J. Lefèvre** critique les conclusions d'un travail récent de M. Magne et montre que le foie reste l'un des foyers les plus importants de la régulation homéotherme normale. — MM. **J. Rebattu** et **R. Biot** ont observé que le sérum des malades atteints d'insuffisance glandulaire fixe le complément en présence de ces glandes, comme s'il renfermait des sensibilisatrices spécifiques vis-à-vis de ces organes. — MM. **J. Brault** et **A. Viguier** ont trouvé chez deux enfants nés à Alger des kérions typiques dus à une nouvelle espèce de *Trichophyton* à culture faviforme, qu'ils nomment *Tr. luxurians*. — M. **L.-G. Seurat** a découvert dans l'estomac d'un chat ganté un nouveau Spiroptère, dont le type d'organisation paraît être le plus primitif du groupe, et qu'il désigne sous le nom de *Protospirura numidica*. — M. **F. Moreau** a observé la formation de corpuscules métachromatiques au sein de mitochondries granuleuses du *Sporodinia grandis*. — M. **C. Lebailly** présente un support oscillant pour la microphotographie stéréoscopique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE LILLE

Séance du 11 *Juillet* 1914.

MM. **M. Breton** et **L. Massol** ont reconnu qu'un long séjour (quatre-vingt trois jours) dans des segments artériels, veineux ou intestinaux inclus dans la cavité abdominale du lapin n'enlève au bacille tuberculeux aucune de ses qualités structurales et modifie peu sa virulence. — M. **L. Boulet** a observé que l'uretère du chien, du mouton et du porc maintenu en survie est doué de propriétés rythmiques dans toute sa longueur. $BaCl^2$, l'adrénaline, la nicotine excitent l'uretère; le chloral le paralyse. — M. **P. Desoil** signale l'existence d'un cas de paludisme dans la vallée de la Somme, scientifiquement démontré par les examens de laboratoire. — M. **E. Duhot** a constaté que le sérum des sujets atteints d'affections rénales possède la propriété d'activer le venin de cobra, propriété en rapport avec la présence de lipoïdes, particulièrement de corps voisins de la lécithine. — MM. **E. Lambling** et **E. Dehaussy** montrent que certaines urines, agitées en présence d'acide urique, en dissolvent des quantités importantes, puis le reprécipitent au bout d'un certain temps avec une partie de celui qu'elles contenaient primitivement. — MM. **L. Massol** et **M. Breton** ont reconnu que la tuberculine ne semble ni provoquer ni contrarier la bacillémie tuberculeuse chez le cobaye infecté. Elle ne joue donc aucun rôle dans la dissémination des bacilles de Koch dans le sang. — MM. **E. Wertheimer** et **Ch. Dubois** signalent un ralentissement initial de la sécrétion urinaire provoqué par les injections intravasculaires de solutions hypertoniques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 *Juin* 1914.

M. **V. Henri** : *Dispersion des rayons ultraviolets par les corps organiques*. Pour étudier les indices de réfraction dans l'ultraviolet, l'auteur a prié M. Hilger, de Londres, de lui construire un réfractomètre en quartz qui puisse s'adapter devant un spectrographe. Dans cet appareil, les rayons d'une étincelle condensée entre des électrodes Fe-Cd tombent sur un prisme à arête horizontale d'angle i ($=29°40'$), que l'on remplit avec le liquide étudié. Un prisme en quartz à arête horizontale et d'angle variable fait corps avec le prisme liquide. Pour une valeur de l'angle du prisme en quartz

égale à α, les rayons de longueur d'onde λ_1 déviés par le prisme liquide sont ramenés dans leur direction primitive par le prisme en quartz. Les autres rayons sont déviés soit vers le haut, soit vers le bas. On obtient ainsi un petit spectre que l'on fait tomber sur la fente du spectrographe. La photographie donne un spectre incliné qui coupe le spectre témoin obtenu sans prisme liquide pour la longueur d'onde λ_1. L'indice de réfraction x du liquide pour cette longueur d'onde se calcule par la formule $x \sin i = \sin (i - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha \sqrt{n^2 - \sin^2 (i - \alpha)}$, où n est l'indice du quartz. *Résultats* : 1° Les mesures réfractométriques pour les alcools méthylique, éthylique, propylique, butylique, amylique et heptylique, pour le glycol et pour les carbures pentane, hexane, heptane et cyclohexane, ont permis de calculer les pouvoirs réfringents moléculaires pour CH^2, l'hydrogène et l'oxygène de l'hydroxyle pour des λ variant de 4200 à 2150. On trouve que, jusqu'à environ $\lambda = 2600$, le pouvoir réfringeant de CH^2 est parfaitement additif comme dans le spectre visible; pour des longueurs d'onde plus courtes, l'additivité subsiste seulement en première approximation; on observe de petits écarts qui augmentent de plus en plus lorsque λ diminue. 2° La variation de l'indice de réfraction des corps précédents peut être représentée très exactement par la formule $n^2 = a + \frac{b \lambda_0^2}{\lambda^2 - \lambda_0^2}$, et de même le pouvoir réfringent moléculaire peut être représenté par la formule

$$\frac{n^2-1}{n^2+2} \times \frac{M}{d} = \alpha + \frac{\beta \lambda_0^2}{\lambda^2 - \lambda_0^2}.$$

3° Les constantes α, β et λ_0 qui déterminent complètement la dispersion des différents corps depuis $\lambda = 6563$ jusqu'à 2150 sont données dans le tableau suivant :

	ALCOOLS					
	méthyl.	éthyl.	propyl.	amyl.	PENTANE	HEXANE
	—	—	—	—	—	—
α . .	8,0195	12,707	17,112	26,083	24,727	29,223
β . .	5,1132	7,1734	10,148	6,792	11,62	25,45
λ^0. .	1063	1239	1114	1502	1205	965

On voit donc que la dispersion des alcools saturés et des carbures peut être exprimée par la formule de Ketteler simplifiée en admettant une seule fréquence ultraviolette λ_0. Lorsque, à partir de ces données, on cherche à calculer les valeurs de l'absorption des rayons ultraviolets par les mêmes corps, on trouve pour l'amortissement des électrons des valeurs extrêmement grandes. Or, toutes les expériences sur la résonance faite par Wood et Dunoyer montrent que toutes les fois que, par un moyen quelconque, on arrive à mesurer directement l'amortissement des électrons, on trouve un amortissement extrêmement faible; il semble donc que l'on devrait chercher à expliquer les phénomènes de dispersion et d'absorption des corps organiques en faisant de nouvelles hypothèses, dans lesquelles les fréquences seraient distribuées suivant certaines lois et les coefficients d'amortissement seraient petits. — **M. G. Bruhat** : *Sur la propagation de la lumière dans les milieux actifs absorbants.* I. Les recherches expérimentales décrites ont porté sur le dichroïsme circulaire et la dispersion rotatoire anormale présentés par les corps doués du pouvoir rotatoire moléculaire; ces phénomènes n'avaient encore été étudiés que dans des solutions de sels complexes, qu'on n'avait pas pu, la plupart du temps, obtenir à l'état cristallisé, et dont la constitution chimique était par suite mal connue. L'auteur a pu, grâce à l'emploi des méthodes modernes de la spectro-polarimétrie, les observer dans quelques cas nouveaux, en particulier sur des solutions de sels de nickel et de sels d'uranyle, où leur peu de grandeur avait empêché jusqu'ici de les découvrir. Il a trouvé que ces propriétés peuvent être présentées par des sels simples neutres, et que la formation de sels complexes n'a en général pour rôle que de les rendre plus faciles à mesurer, par l'accroissement du pouvoir rotatoire qui en résulte; l'un des sels neutres sur lesquels il les a observées, le tartrate d'uranyle, est un composé bien défini et parfaitement cristallisé. Il a pu aussi étudier un corps organique, également cristallisé et bien défini, le diphénylbornylimidoxanthide; il a retrouvé les mêmes phénomènes sur cette substance, dissoute dans le toluène, ou surfondue. Il résulte donc de ces recherches que le dichroïsme circulaire et la dispersion rotatoire anormale sont des propriétés générales des milieux isotropes actifs possédant une absorption sélective, que ces milieux soient des solutions salines, complexes ou simples, des solutions organiques ne contenant pas de métaux, ou des liquides purs. II. De la théorie électromagnétique, établie par Drude, de la propagation de la lumière dans les milieux actifs absorbants, l'auteur a déduit, outre la relation de Natanson entre les signes de l'anomalie de dispersion rotatoire et du dichroïsme circulaire, une relation simple entre les grandeurs de ces deux phénomènes; elle est vérifiée par l'expérience dans tous les cas où les mesures ont pu être faites dans une région spectrale assez étendue pour fournir les données nécessaires. L'auteur a mis de plus les formules théoriques sous une forme permettant facilement de vérifier l'accord de la courbe expérimentale de dichroïsme avec une des courbes théoriques qu'on peut prévoir, de déduire de cette courbe, sans aucune donnée relative aux rotations, une courbe théorique de dispersion rotatoire, et de comparer cette dernière à la courbe expérimentale. La coïncidence, presque parfaite dans un cas, reste satisfaisante dans les autres. Les écarts sont toujours explicables par l'existence d'autres bandes d'absorption ou le mélange d'autres corps actifs. D'autre part, la théorie fait prévoir l'existence d'une anomalie de la dispersion de réfraction, qu'on doit observer pour les mêmes longueurs d'onde que la dispersion rotatoire anormale et le dichroïsme circulaire; l'auteur a réussi à mettre en évidence cette anomalie dans différents cas, par des mesures d'indices faites dans tout le spectre par la méthode de la réflexion totale. Sa grandeur est bien celle qu'on pouvait prévoir théoriquement d'après la valeur maxima de l'indice d'extinction. Ces recherches ont donc montré qu'il n'y a pas, entre la théorie donnée par Drude de la propagation de la lumière dans les milieux actifs absorbants, et les résultats expérimentaux, les contradictions que Ritz avait cru y trouver; au contraire, les prévisions théoriques, aussi bien sur les grandeurs relatives du dichroïsme circulaire et de l'anomalie de la dispersion rotatoire que sur l'existence d'une anomalie de la dispersion de réfraction et la grandeur de cette dernière anomalie, se sont vérifiées par les mesures d'une manière satisfaisante.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 Juin 1914.

MM. Gabriel Bertrand et **M. Rosenblatt** font connaître les résultats des recherches qu'ils ont entreprises sur le phénomène appelé par eux « thermorégénération » de la sucrase. Quand on chauffe à + 80° une macération aqueuse de levure sèche, elle perd la propriété d'hydrolyser le saccharose, mais, chose curieuse, elle récupère une partie de son activité si on la porte ensuite à une température supérieure, voire même à l'ébullition. D'après les auteurs, ce phénomène, signalé d'abord, il y a peu de temps, par Burieux, se produit lorsque la levure a subi certaines modifications, en particulier une autolyse partielle. Mais on peut aussi l'obtenir avec la levure tuée par l'acétone. On ne l'obtient pas, au contraire, avec la levure vivante ou la levure tuée par l'alcool et l'éther. D'autre part, la

sucrase de l'*Aspergillus niger*, celle du Kôji, la maltase et la catalase de la levure (même autolysée), n'ont pas donné lieu au phénomène de la thermorégénération, dont le mécanisme reste encore difficile à expliquer. — M. **H. Wohlgemuth** communique les principaux résultats de ses recherches sur les acides γ-halogénés, dont il a eu à préparer un certain nombre de termes en vue de synthèses ultérieures. Le terme le plus simple, l'acide γ-chlorobutyrique, a été préparé suivant la méthode de L. Henry, par action de KCAz sur $Cl.CH^2.CH^2.CH^2Br$ et saponification. Les 3 acides *n*-valériques γ-halogénés, chloré, bromé et iodé, ont été préparés par une méthode générale : action des hydracides correspondants sur la γ-valérolactone. Les amides des acides γ-chlorés soumises à l'action de la chaleur perdent HCl, mais la réaction conduit à la formation de goudrons complexes, et ne fournit en aucun cas les pyrrolidones que l'on aurait pu prévoir par cyclisation intramoléculaire Les éthers γ-halogénés, aussi bien les éthers γ-iodés et γ-bromés que les éthers γ-chlorés, restent sans action sur Mg en présence d'éther anhydre. La diéthylamine n'attaque que difficilement le chlore des éthers γ-chlorés, tandis qu'avec les éthers α et β-chlorés la formation d'aminoéthers est réalisée très facilement. En somme, l'halogène des éthers γ-halogénés semble doué d'une passivité particulière, et ce fait s'explique par le voisinage dans l'espace des fonctions éther-sel et dérivé halogéné, conformément à la théorie spatiale des chaînes de Baeyer. — M. **Ch. Tanret** a séparé l'amylopectine et l'amylose d'un certain nombre d'amidons pris parmi les plus communs et confirmé ainsi la théorie de la non-homogénéité chimique de l'amidon, soutenue par MM. Maquenne et Roux. Il a vu en même temps que ces amidons en contiennent des quantités inégales, ce qui montre que les amidons sont bien différents les uns des autres. En traitant ces amidons par de l'eau chauffée de 40 à 100°, il a encore observé qu'à une même température il se dissout des quantités très inégales d'amyloses. Celles-ci diffèrent donc les unes des autres par leurs solubilités, ou, si l'on préfère, par la plus ou moins grande condensation de l'amylose, considérée en général et admise par MM. Maquenne et Roux comme le principe de l'amidon dont les solutions aqueuses bleuissent par l'iode. L'amylopectine finit par se dissoudre quand on fait bouillir longtemps l'amidon avec de l'eau. M. Tanret montre qu'on y retrouve l'amylopectine en imbibant de la liqueur du coton bien lavé, ou du papier à filtre. La cellulose fixe l'amylose et respecte à peu près l'amylopectine. La nouvelle liqueur exprimée du coton se colore par l'iode au violet, qui tourne d'autant plus au rouge que l'amylose a été mieux enlevée. Ce procédé permet de démontrer la présence de l'amylopectine dans un amidon stable quelconque que son mode de préparation n'a pas trop altéré. — M. **Duboux** expose, au nom de M. **P. Dutoit** et au sien, les résultats de nouvelles recherches qu'ils ont faites sur le dosage des sulfates par les conductibilités électriques, en raison des critiques dont ce dosage a été l'objet ces derniers temps de la part de MM. Kling et Lassieur. Les auteurs arrivent aux conclusions suivantes : 1° Le dosage en solution suffisamment diluée est exact quel que soit le sulfate considéré. Il est évident qu'une simple dilution permet toujours de se placer dans cette condition ; 2° Si l'on veut cependant effectuer le titrage en solution concentrée, on trouve des nombres trop faibles (moins faibles toutefois que ceux observés par MM. Kling et Lassieur) avec le sulfate de potassium et le sulfate de rubidium. Les écarts observés sont dus à l'entraînement de ces sulfates par le sulfate de baryum; 3° Pour éviter cet entraînement et obtenir par suite des résultats exacts, il suffit d'ajouter à la solution concentrée du tartrate acide de sodium. Cette condition se trouve tout naturellement réalisée dans les vins. Enfin, on peut effectuer un dosage précis de sulfate en solution concentrée par un autre procédé. On ajoute au liquide à analyser un excès mesuré d'une solution de sel de baryum et on titre le baryum qui n'a pas réagi par le sulfate de lithium. En résumé, il est possible d'obtenir par la méthode des conductibilités un dosage exact des sulfates pour tous les cas où la méthode pondérale est applicable.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 3 Avril 1914.

MM. **Ed. Ardern** et **W. T. Lockett** : *Expériences sur l'oxydation des eaux d'égout sans l'aide de filtres.* La matière solide obtenue par l'aération prolongée des eaux d'égout, nommée par les auteurs « boue activée », jouit de la propriété d'augmenter énormément la purification effectuée par la simple aération de l'eau, autrement dit d'intensifier fortement le processus d'oxydation. Pour maintenir cette boue à son maximum d'efficacité, il est nécessaire de ne jamais laisser s'accumuler de matières solides d'eau d'égout non oxydées. La purification effectuée diminue beaucoup au-dessous de 10° ; jusqu'à 20-24°, l'effet de clarification et la purification générale sont à peu près les mêmes, seule la nitrification augmente avec la température. A plus haute température, la clarification peut quelquefois diminuer et ralentir l'établissement de la nitrification. L'aération des eaux d'égout de Manchester en contact avec la boue activée pendant 6 à 9 heures a donné un effluent bien oxydé, aussi purifié que par le traitement avec les lits bactériens. — M. **H. Levinstein** a préparé un certain nombre de dérivés bromés des sulfures, séléniures et arséniures d'indigo. Le dérivé sulfuré répond à la formule $(C^{10}H^6Az^2O^2Br^3)^2S$; l'introduction de S, Se et As dans le noyau de l'indigo a peu d'effet sur la teinte. L'auteur a également préparé le 5 : 5'-dihydroxy-7 : 7'-disulfonaphtyl-indigo par action de H^2SO^4 concentré sur la 5-hydroxy-7-sulfo-2-naphtylglycine; c'est une substance bronzée, dichroïque, teignant en vert la laine en bain légèrement acide ; son dérivé tétrabromé donne une coloration beaucoup plus intense.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 24 Avril 1914.

M. **M. Toch** présente ses recherches sur l'essence de pin. On entend sous ce nom l'huile lourde obtenue par fractionnement de la térébenthine de bois brute distillée à la vapeur. A l'état pur, elle a une odeur aromatique plaisante, mais l'essence impure a une odeur de composés empyreumatiques qui empêche son emploi à des travaux intérieurs. Elle sert surtout pour l'exécution de peintures qui sèchent sans lustre, et elle est excellente pour amortir les couleurs.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 30 Avril 1914.

M. **G. Frobenius** : *Sur la loi de réciprocité carrée.* II. L'auteur passe en revue et compare entre elles les différentes dispositions de la troisième démonstration de Gauss.

Séance du 14 Mai 1914.

M. **A. Engler** : *Sur l'origine, l'âge et la diffusion des plantes xérothermes extrêmes.* Les plantes xérothermes extrêmes présentent surtout deux classes de problèmes : d'une part, elles nous posent la question de savoir comment leur organisation leur permet de se conserver et de se multiplier dans des conditions en général si nuisibles aux plantes : manque d'eau prolongé, températures élevées et souvent brusques changements de température; d'autre part, elles nous

placent devant le problème de leur provenance. Ce dernier problème n'a été jusqu'ici traité qu'en passant, mais jamais d'une façon approfondie. Or, s'il était possible de réduire tous les xérophytes à des types hydrophytes, hygrophytes ou subxérophytes existants et surtout caractéristiques de la même région géographique, l'on pourrait y voir un argument en faveur de l'hypothèse d'une récente évolution de ces formes et d'un âge moins considérable des régions arides, et inversement pour l'alternative opposée. Pour répondre à ces diverses questions, l'auteur a rédigé une liste très complète des formes xérophytes, rangées d'après leur répartition géographique et leur parenté naturelle. Il fait voir que les commencements de nombreuses caractéristiques morphologiques des xérophytes se retrouvent chez les plantes d'autres climats, qu'un genre donné peut, dans plusieurs parties du monde, mais pas dans d'autres, subir une évolution xéromorphe très marquée et très variée, que les xérophytes extrêmes sont le plus nombreux en Amérique et en Afrique et qu'il convient d'attribuer à bien des xérophytes, à cause de leur position isolée, un âge très considérable.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Mémoires présentés en Mai 1914.

M. **O. Lehmann** : *La « tension superficielle-force centrale » et la « tension superficielle-force directrice » chez les cristaux liquides.* L'auteur avait autrefois attribué la cause inconnue, déterminant les écarts de la forme sphérique qu'on observe chez les cristaux liquides, à une force directrice due au concours des mouvements thermiques et des forces centrales réciproques des molécules. De récentes recherches ont mis en évidence la part fort importante qui revient, dans ces phénomènes, à la force directrice moléculaire, assimilable à l'effet de systèmes d'aimants astatiques. Dans le présent mémoire, M. Lehmann fait voir que les forces centrales entre les molécules doivent, aussi chez les cristaux liquides, être la principale cause de la cohésion et, par conséquent, de la tension superficielle, dont l'existence se manifeste par le fait que l'énergie superficielle tend vers un minimum. Or, cette *tension superficielle-force centrale* est seule en jeu chez les cristaux parfaitement liquides, tandis que chez les cristaux « fusants » une *tension superficielle-force directrice* vient s'y ajouter. — M. **P. S. Epstein** : *La pression lumineuse sur le mi-plan parfaitement conducteur.* Les appréciations théoriques de l'auteur conduisent à ces résultats : deux ondes planes, polarisées, l'une parallèlement au bord d'un mi-plan parfaitement conducteur, l'autre perpendiculairement à celui-ci, ajoutent leurs effets de pression. Il en est de même des effets pondéromoteurs de plusieurs ondes de longueurs diverses. La résultante des forces exercées par plusieurs ondes de longueurs égales, mais de phases et d'incidences différentes, se calcule par des formules indiquées dans ce Mémoire. — MM. **J. Franck** et **G. Hertz** : *Sur les collisions entre les électrons et les molécules de la vapeur de mercure et sur la tension d'ionisation de cette dernière.* Les auteurs font voir que les électrons, au sein de la vapeur de mercure, subissent des collisions élastiques avec les molécules, jusqu'à une vitesse critique. Ils décrivent un procédé permettant de déterminer cette vitesse critique, à un dixième de volt près (cette vitesse est celle que présentent les électrons ayant parcouru 4,9 volts). D'autre part, les auteurs font voir que l'énergie d'un rayon à 4,9 volts est exactement égale à un *quantum* d'énergie de la ligne de résonance 253,6 $\mu\mu$ du mercure. Ils discutent les raisons pour lesquelles, dans le dégagement d'énergie entre les rayons à 4,9 volts et les molécules de mercure, une partie des chocs conduisent à l'ionisation, en sorte que 4,9 volts correspondraient à la tension d'ionisation de la vapeur de mercure. Une autre partie des chocs sembleraient provoquer l'excitation lumineuse, laquelle, suivant les auteurs, consisterait dans l'émission de la ligne 253,6 $\mu\mu$. — M. **J. Stark** : *Au sujet des spectres d'arc et d'étincelle de l'hélium.* L'auteur fait voir que la ligne λ 4686 A, qu'on avait jusqu'ici attribuée à l'hydrogène, est émise d'une façon intense par la colonne positive de l'étincelle oscillatoire, dans l'hélium exempt d'hydrogène. Dans cette colonne positive, dans les rayons cathodiques et dans les rayons-canaux, les deux systèmes de séries connus de l'hélium se comportent comme des lignes d'arc. La nouvelle ligne d'hélium λ 4686 A se comporte, au contraire, dans tous ces cas, comme une ligne d'étincelle. Les phénomènes présentés par l'émission des spectres d'arc et d'étincelle de l'hélium s'expliquent facilement par l'hypothèse suivant laquelle la première serait portée par l'ion atomique positif monovalent de He, et cette dernière par l'ion atomique positif bivalent de He. — Mlle **A. Székely de Doba** : *Les équations fondamentales de la thermo-élasticité, déduites du principe du moindre effet.* S'inspirant d'une remarque de M. Planck, suivant laquelle le principe du moindre effet serait immédiatement applicable aux phénomènes non-mécaniques, l'auteur déduit de ce principe les équations fondamentales de la thermo-élasticité. — MM. **H. Brell** et **E. Schenkl** : *Remarque relative à l'application des principes mécaniques aux systèmes à liberté limitée.* D'un principe mécanique s'appliquant aux systèmes libres, donnés en coordonnées généralisées, on déduit le principe correspondant applicable aux systèmes à liberté limitée (holonomes), en remplaçant la force vive L par le terme $L + \Sigma_k \lambda_k f_k$. — M. **W. Schottky** : *Une méthode de détermination exacte des différences de contact dans le vide.* Dans un Mémoire destiné à paraître prochainement[1], l'auteur fait voir comment une certaine équation permet de déterminer la différence de contact entre un fil incandescent et le cylindre qui l'entoure, et, en insérant des cylindres de matières diverses, les différences de contact entre des métaux de températures égales. Dans le présent travail, il indique un dispositif expérimental assurant la réalisation pratique de cette méthode, pour laquelle il convient d'échanger les électrodes dans le vide. — M. **K. Czukor** : *Déduction élémentaire du théorème de Nernst.* On sait que le théorème de Nernst, principe le plus récent de la Thermo-dynamique, a été d'abord énoncé sous forme d'hypothèse. En se basant sur l'hypothèse que les capacités thermiques, à mesure qu'on approche de zéro, deviennent infiniment petites, et en se servant du second théorème de la Thermo-dynamique, l'auteur essaie de déduire le théorème de Nernst d'une façon élémentaire, c'est-à-dire sans faire intervenir directement la théorie des *quanta*. Il fait voir que ce théorème serait, de préférence, formulé comme suit : Pour toute matière condensée, il existe un intervalle de température dans lequel les réactions le long d'une isotherme se produisent de la même manière qu'elles se passeraient — à température ordinaire — adiabatiquement. Cette analogie est, semble-t-il, profonde, et l'on peut espérer trouver de cette manière des réciprocités importantes. — M. **W. Schottky** : *Sur les potentiels limites des électrodes cylindriques.* Dans le problème de charge spatial, chez les courants ioniques unipolaires, dans un vide élevé, le potentiel appliqué pour lequel le minimum de potentiel causé par les charges passe tout juste de l'électrode dans l'espace joue un grand rôle. Dans ce travail, l'auteur déduit plusieurs relations s'appliquant à ce potentiel, dit « potentiel limite ».

ALFRED GRADENWITZ.

[1] *Ann. de Physik*, (4), t. XXXXIV, nº 15 ou 16, 1914.

Le Gérant : A. MARETHEUX.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 16-17-18 30 AOUT-30 SEPTEMBRE 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques.

Election de M. Raymond Poincaré au rectorat de l'Université de Glasgow. — Tous les trois ans, les étudiants immatriculés de l'Université de Glasgow, divisés en quatre « nations » suivant leur antique constitution qui dérive de celle des vieilles universités de Bologne et de Paris, procèdent à l'élection de leur recteur.

Cette fonction a un caractère plutôt honorifique. Le recteur représente les étudiants devant la « Cour de l'Université », corps directeur de cette dernière, et préside cette assemblée lorsqu'il est présent. En outre, il doit prononcer un discours rectoral, dans une assemblée solennelle de l'Université, pendant la durée de ses fonctions.

La politique joue généralement un rôle prédominant dans l'élection du recteur ; c'est ainsi que les grands chefs de parti anglais : Disraeli, Gladstone, Balfour, Chamberlain, Lord Roosebery, M. Asquith, Lord Curzon, M. Birrell ont successivement occupé cette fonction à Glasgow. Cette année, étant donnée la situation actuelle, les étudiants ont estimé qu'il convenait de renoncer à une compétition politique, et en considération de l' « union intime qui existe maintenant entre la France et la Grande-Bretagne » ils ont demandé à M. Raymond Poincaré, président de la République, membre de l'Académie française, d'accepter le titre de recteur de leur université. Sur l'acquiescement de ce dernier, et en l'absence de toute autre proposition, le principal de l'Université a déclaré M. Poincaré dûment élu recteur par les votes de toutes les « nations ».

Cet hommage spontané de la jeunesse universitaire écossaise au premier magistrat de la République française a vivement touché tous nos compatriotes.

Rappelons, d'après notre confrère anglais *Nature*, que sur la liste des docteurs honoraires de l'Université de Glasgow figurent déjà les noms du regretté Henri Poincaré et de M. Emile Boutroux, membre de l'Institut, tous deux proches parents de M. Raymond Poincaré.

§ 2. — Météorologie

Relation entre les poussières volcaniques et les changements de climat. — M. W.-J. Humphreys a publié, dans le dernier *Bulletin of Mount Weather Observatory*, une étude sur cette question, et l'adaptation française qui en a été faite par M. Goutereau me permet de résumer ce travail dans la *Revue*.

Il apparaît comme probable que les changements de climat se sont produits à plusieurs reprises (aux époques géologiques), à des intervalles très longs et non périodiques. Ces variations, de plus, ont dû être simultanées et de même sens pour la Terre entière, celle-ci devenant, dans son ensemble, alternativement plus chaude et plus froide, et ces changements ont été caractérisés par l'extension ou le retrait de la calotte glaciaire. L'explication la plus simple de ces changements de climat est celle qui les fait reposer sur des variations de la constante solaire, c'est-à-dire de la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la surface du sol. Cette théorie, parfaitement acceptable, n'apporte malheureusement ni preuves, ni réfutation, puisque les mesures d'actinométrie datent à peine d'une centaine d'années. Il paraît donc plus raisonnable de tâcher de trouver d'autres explications et de voir si d'autres causes mieux connues n'ont pas pu être l'origine des périodes glaciaires.

La théorie de Croll, qui est rappelée par M. Goutereau dans son étude, est basée sur ce fait que, lorsque l'orbite de la Terre atteint sa plus grande excentricité, il y a extension des glaciers sur l'hémisphère pour lequel l'hiver concorde avec l'aphélie. Cette explication soulève de graves objections : la période de 23.000 ans du phénomène de la précession des équinoxes est trop courte en comparaison de la durée que les géologues assignent aux changements de climat. Ensuite, l'hypothèse que la température moyenne de l'été ou de l'hiver serait directement proportionnelle à la chaleur solaire est infirmée par les faits. En dernier lieu, l'alternance des phénomènes glaciaires sur l'un et l'autre hémisphère est contraire à la condition du

parallélisme des variations climatiques pour la Terre entière.

Arrhenius a exposé, d'autre part, une théorie qui repose sur l'absorption sélective de l'acide carbonique par les radiations de longueur d'onde différentes. L'acide carbonique, selon Tyndall et Arrhenius, absorbe, comme on le sait, davantage les radiations terrestres que les radiations solaires, de telle sorte que, retenant les premières et laissant passer les autres, il joue le rôle d'écran protecteur. Il est certain qu'au point de vue qualitatif, cette hypothèse paraît juste, mais, au point de vue quantitatif, elle est erronée, car l'absorption produite par une colonne d'acide carbonique à la pression atmosphérique n'augmente plus lorsque la longueur de cette colonne dépasse 50 centimètres, comme l'ont montré Schaefer et Angström. Par ailleurs, Angström a trouvé que l'absorption de l'acide carbonique augmente avec la pression, et que cette absorption reste la même qualitativement et quantitativement, que l'accroissement de pression soit produit directement ou résulte de l'introduction de nouvelles masses gazeuses. Donc, pour expliquer les changements de climat par des variations de la quantité d'acide carbonique contenue dans l'atmosphère, il faudrait admettre pour ces variations une ampleur démesurée et tout à fait invraisemblable.

Humphreys développe, à son tour, une explication des changements thermiques du globe, explication que des observations récentes semblent devoir confirmer avec une très grande exactitude. Elle repose sur l'existence dans l'atmosphère d'une masse considérable de poussières d'origine volcanique.

On peut se demander, en premier lieu, quel est le rôle exact des poussières existant dans l'atmosphère. Elles absorbent sans doute certaines radiations solaires, mais elles jouent le rôle d'écran pour le rayonnement terrestre ; il y a donc là une double opération qui règle la perte et le gain de chaleur pour la Terre. Soit I la quantité de chaleur solaire qui tombe par unité de temps et de surface sur la couche de poussière; soit aI la quantité absorbée; il y a équilibre, et cette quantité est rayonnée par moitié vers l'espace et vers la surface du sol, de sorte que par unité de surface celle-ci reçoit une quantité de chaleur égale à

$$I(1-a)+I\frac{a}{2}=I\left(1-\frac{a}{2}\right).$$

Pour une raison analogue d'équilibre, cette quantité est rayonnée vers l'espace, et une partie en est absorbée par les poussières dans une proportion différente que pour le rayonnement solaire; si b est le coefficient d'absorption des poussières pour le rayonnement terrestre, la quantité qui revient à la Terre est $I\left(1-\frac{a}{2}\right)\frac{b}{2}$ et, en répétant n fois l'opération, la quantité totale de chaleur qui parvient à la Terre est

$$I\left(1-\frac{a}{2}\right)\left[1+\frac{b}{2}+\left(\frac{b}{2}\right)^2+\ldots\right]=I\times\frac{2-a}{2-b}.$$

Si $a>b$, la Terre recevra moins de chaleur, et la présence des poussières aura comme résultat un abaissement thermique.

Si $a<b$, les poussières causeront un relèvement de la température.

On trouve comme dimensions moyennes des poussières volcaniques 1 micron 8 pour les poussières des éruptions du Katmai; de plus, on peut évaluer à un peu plus d'une année le temps que mettraient de pareilles poussières pour descendre de l'altitude de 40 kilomètres jusqu'à la limite inférieure de la stratosphère.

Prenons donc une poussière de 2 microns de diamètre; si nous étudiions l'effet que peut avoir une telle poussière sur le rayonnement solaire et sur le rayonnement terrestre, nous trouverions que le rayonnement solaire serait réduit de moitié par le passage à travers une couche dont l'épaisseur serait de 190 : n kilomètres, n étant le nombre de particules par centimètre cube, tandis que pour le rayonnement terrestre la même réduction ne serait obtenue que par le passage à travers une couche de 5.700 : n kilomètres. Ces nombres montrent que les radiations terrestres traversent plus facilement la couche de poussières volcaniques que les radiations solaires. La présence des poussières volcaniques dans l'atmosphère doit donc avoir pour effet un abaissement de température.

Les mesures actinométriques semblent, d'ailleurs, bien confirmer ces faits; il faut remarquer toutefois que le phénomène est plus complexe : la quantité de chaleur qui parvient au sol ne dépend pas seulement de l'atmosphère terrestre, mais avant tout de la quantité de chaleur envoyée par le Soleil. On a, à ce sujet, quelques indices qui permettent de supposer que cette dernière n'est pas constante, et qu'elle n'est pas la même aux époques des maxima et aux époques des minima d'activité solaire. Le parallélisme qui existe, dans le travail de Humphreys, entre les courbes représentant les anomalies de température et celle des moyennes pyrhéliométriques est à ce sujet frappant, en particulier dans la descente brusque qui s'est produite de 1911 à 1912, à la suite de l'éruption du Katmai. Par rapport à l'activité volcanique, on a pu constater le retard de l'abaissement thermique. Ainsi, le refroidissement consécutif à l'éruption du Krakatoa s'est surtout fait sentir dans le deuxième trimestre de 1883 et en 1884. Ce retard représente probablement le temps nécessaire aux poussières volcaniques pour descendre des grandes altitudes où elles ont été lancées jusqu'à la limite de la stratosphère.

Ainsi les poussières volcaniques paraissent avoir une influence bien marquée sur la température du Globe. Humphreys montre que leur action peut expliquer certaines divergences entre la variation du nombre des taches solaires et les anomalies thermiques. Les courbes qui représentent les variations de ces deux éléments offrent une grande similitude, et on peut dire qu'au maximum d'activité solaire correspond un minimum de température et inversement. Cependant, cette règle n'est pas sans exception, et on est frappé, en particulier, du contraste entre l'allure régulière de la sinusoïde qui représente le nombre des taches solaires et les accidents importants de la courbe thermique : ces irrégularités s'expliquent probablement par des éruptions volcaniques. La période froide qui va de 1783 à 1785, et qui correspond à un minimum d'activité solaire, est due aux éruptions de l'Asama. De même pour 1816, 1831-1832, 1856-1857, années qui ont été froides pendant une période de ralentissement de l'activité solaire, on trouve qu'elles ont été précédées d'éruptions volcaniques importantes (pour 1816, celle du Tamboro Sumbarva qui eut lieu en 1815 et fit 56.000 victimes). **H. Perrotin**

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

La reconstruction du canal de Kiel. — C'est en 1887, dans un but surtout commercial, que commença la construction du canal de l'empereur Guillaume ou canal de Kiel, destiné à relier la Baltique à la mer du Nord, en évitant aux navires le long et dangereux détour par le nord de la presqu'île de Jutland, aux côtes souvent battues par les orages. Achevée en 1895, cette nouvelle voie comptait près de 99 kilomètres de longueur, de Kiel à Brunsbüttel sur l'Elbe ; sa profondeur était de 8^{m},50 à 9 mètres, sa largeur de 22 mètres au plafond et de 67 mètres au niveau de l'eau. Quoique ce fut un canal à niveau, on avait dû construire une écluse à chaque extrémité : l'une, à l'ouest, en raison de la marée importante de la mer du Nord ; l'autre, à l'est, pour parer aux variations, dues aux orages, du niveau de la Baltique, mer sans marée. La construction n'avait pas coûté moins de 195 millions de francs.

Le canal acquit rapidement une grande importance commerciale, mais on reconnut qu'il avait pour la marine allemande une valeur stratégique encore supérieure, que la guerre actuelle met clairement en relief.

Or, quoique les écluses eussent été bâties assez grandes pour recevoir tous les vaisseaux, elles virent leurs dimensions dépassées, même par celles des navires de guerre. D'autre part, le tracé primitif du canal comportait des courbes d'assez faible rayon pour rendre la traversée parfois laborieuse pour les grands vaisseaux : les voyageurs du *Versailles*, affecté par la *Revue générale des Sciences* à sa première croisière aux Capitales de la Baltique, en firent il y a quelque quinze ans la désagréable expérience.

On décida donc de reconstruire le canal, en l'élargissant et en le munissant d'écluses assez grandes pour recevoir les plus grands navires avec tout l'espace pour manœuvrer. La largeur normale du canal est maintenant de 101 mètres à la surface et de 44 mètres au plafond, avec une profondeur de 11 mètres. De nouvelles écluses ont été aménagées à côté des anciennes à chaque extrémité ; elles mesurent 325 mètres de longueur sur 45 mètres de largeur, alors que les écluses du canal de Panama n'ont que 300 mètres sur 34 mètres.

Le canal agrandi a été inauguré par l'empereur au commencement de l'été dernier ; sa reconstruction a coûté 275 millions de francs ; mais il possède maintenant une importance incalculable pour l'Allemagne dans la guerre présente.

§ 4. — Chimie appliquée

L'imperméabilisation improvisée des vêtements militaires. — M. G.-A. Le Roy vient de communiquer à l'Académie des Sciences un procédé apte à réaliser d'une manière facile, rapide et économique, l'imperméabilisation des vêtements usagés des soldats en campagne. Ce procédé peut contribuer à protéger les soldats contre les intempéries, aussi redoutables que les projectiles de guerre. Le procédé est basé sur une très légère imprégnation des fibres des tissus, au moyen de la graisse de suint de mouton (*adeps lanæ* anhydre), préalablement dissoute et diluée dans un véhicule neutre, anhydre et volatil.

Le produit pâteux, dans la proportion de 5 à 10 parties, est liquéfié d'abord à l'aide de quelques centimètres cubes de chloroforme ou de tétrachlorure de carbone, puis aussitôt dilué et dissous dans 95 à 90 parties d'essence de pétrole pour automobile ou d'hydrocarbures-benzols employés par les dégraisseurs. L'uniforme entier avec ses galons, boutons (capote, pantalon, képi, etc.) est immergé dans le liquide, placé dans un vase quelconque; il y est foulé pendant quelques minutes, puis exprimé et abandonné au grand air pour séchage. Par évaporation du dissolvant volatil, les corps gras du suint restent fixés sur les fibres et dans les pores du tissu et ne sauraient en être enlevés par les frottements.

L'imperméabilisation est telle que des morceaux de drap militaire ainsi traités, puis façonnés en cône renversé et placés dans un entonnoir, ont pu être remplis d'eau distillée, sans laisser filtrer aucune gouttelette d'eau, même après vingt-quatre heures de contact. Par ailleurs, le drap traité conserve, d'après M. Le Roy, toute sa perméabilité à l'air et à la transpiration, ce qui est, on le sait, capital, au point de vue sanitaire.

Fixage des papiers photographiques. — L'élimination imparfaite de l'hyposulfite de soude employé au fixage des épreuves photographiques en provoque souvent l'altération. Et il est très difficile de faire disparaître les dernières traces de ce sel, ainsi qu'on le constate par certains réactifs très sensibles, tels que le nitrate d'argent qui, en présence d'un résidu hyposulfureux, produit une tache jaune brun. L'expérience montre qu'un lavage à l'eau courante, même prolongé pendant vingt-quatre heures, est encore insuffisant.

On peut faciliter, dans une certaine mesure, l'élimination du fixateur, en exerçant sur les épreuves des pressages successifs, alternant avec des lavages sommaires. On peut, aussi, détruire l'hyposulfite resté dans la couche, à l'aide de divers oxydants donnant naissance à des produits très solubles, faciles à éliminer, comme le percarbonate de potassium, l'eau oxygénée ou le persulfate d'ammoniaque neutres. On peut encore rendre la gélatine insoluble et laver dans l'eau chaude; mais ce traitement, applicable aux plaques, ne convient guère aux papiers, dont la pâte risque de se désagréger.

On a remarqué que l'élimination de l'hyposulfite est plus rapide quand le bain de fixage est neuf ou peu usagé. A mesure que le fixateur se charge de sels d'argent, il est de plus en plus difficile d'en débarrasser les épreuves. Le remède à cet inconvénient consiste à immerger les épreuves successivement dans deux solutions d'hyposulfite, dont la seconde, au moins, doit être neuve ou peu usagée. Ce procédé avait été déjà préconisé à diverses reprises, notamment par M. Reeb en 1895, par M. Wallon en 1898, par M. Namias en 1912. Plus récemment, MM. Lumière et Seyewetz ont démontré la nécessité du second bain de fixage et indiqué les conditions précises d'emploi de ce bain, de façon à enlever toute trace de substance hyposulfureuse décelable par le nitrate d'argent.

Ce résultat est atteint le plus rapidement et le plus économiquement possible en opérant de la façon suivante :

1° Fixer d'abord les épreuves comme d'habitude, pendant cinq minutes environ, dans un premier bain de fixage plus ou moins usagé, ou bien les traiter par le viro-fixateur, s'il s'agit de virage et fixage combinés ;

2° Laver les épreuves pendant une heure environ, en interrompant le lavage tous les quarts d'heure pour les égoutter, les presser en tas à la main, puis les remettre, une à une, dans la nouvelle eau de lavage ;

3° Immerger ensuite les épreuves, pendant cinq minutes, dans un second bain d'hyposulfite à 20 °/₀, exclusivement utilisé pour ce second fixage ;

4° Laver de nouveau les épreuves, pendant une heure à une heure et demie, en procédant comme après le premier fixage.

On s'assure alors qu'une touche de nitrate d'argent, faite sur le bord d'une épreuve, ne donne plus de coloration jaune appréciable, au bout de deux à trois minutes.

Quand le second bain de fixage aura servi un certain nombre de fois, on remarquera que le nitrate d'argent produit une tache. C'est l'indice que la solution d'hyposulfite est trop chargée en sels d'argent. On pourra, dès lors, l'employer comme premier bain de fixage, et l'on préparera une nouvelle solution fraîche pour le second bain de fixage. **Ernest Coustet.**

§ 5. — Physiologie.

Nouvelles recherches sur l'utilisation de l'avoine dans l'alimentation humaine, en particulier celle du soldat. — L'introduction de l'avoine dans l'alimentation humaine a déjà fait l'objet de nombreuses recherches que la *Revue* a fait connaître. Mais, jusqu'ici, l'utilisation de l'avoine n'avait été envisagée qu'au point de vue médical, plus particulièrement, et ce grain, préparé d'une façon spéciale, n'était guère considéré que comme un produit pharmaceutique.

L'introduction de l'avoine dans l'alimentation habituelle de l'homme se rattache à un problème social des plus graves, celui de la vie chère. Les recherches récentes de M. le capitaine Moreau, ayant en vue les moyens d'améliorer l'alimentation du soldat, placent

cette question sous un jour nouveau et devenu d'une grande actualité. Les observations faites par cet officier distingué offrent des précisions d'ordre scientifique et pratique d'une portée tout à fait inattendue.

I. *Exposé scientifique.* — On sait que le grain d'avoine torréfié ne rancit pas, mais qu'au contraire son goût s'affine et devient agréable ; c'est précisément cette influence favorable de la torréfaction qui donna l'idée d'expérimenter l'avoine comme aliment de l'homme. Il convenait d'établir, tout d'abord, que l'avoine est aussi riche que les autres aliments en principes essentiels, et qu'elle peut être pour l'homme ce qu'elle est pour le cheval, en envisageant, non pas son pouvoir excitant, mais son pouvoir nutritif. Il faut distinguer, dans le grain, deux parties : l'amande et l'enveloppe de l'amande. L'estomac de l'homme digère l'amande, mais ne digère pas l'enveloppe. Or, le principe excitant de l'avoine — l'avénine — est volatil et se trouve dans l'enveloppe ; il est indépendant de l'amande ; par suite, si on broie le grain, en quelques

TABLEAU I. — ***Analyses comparées de l'avoine et d'autres céréales***

	AVOINE	FARINES DE BLÉ FRANÇAISES		MAÏS variations		RIZ variations	
		1re qualité	qualité moyenne				
	%	%	%	%	%	%	%
Eau	9,36	13,34	12,65	12,20	14,40	10,20	16,00
Cendres	1,97	0,48	0,96	0,94	1,64	0,14	0,58
Substances azotées	12,68	10,18	11,82	8,10	9,67	5,50	8,82
Matières grasses	5,90	0,94	1,36	4,25	5,50	0,15	0,75
Amidons, dextrines, sucres	69,11	74,75	72,23	68,66	71,32	75,60	81,35
Cellulose	2,03	0,31	0,98	1,38	2,04	0,18	0,4[illegible]

heures, le principe excitant disparaît, et si on enlève l'enveloppe, l'amande seule reste, sans pouvoir excitant, mais cette dernière contient des éléments qui suffisent pour lui assurer la supériorité sur les grains des autres céréales, surtout après torréfaction. L'un des effets de cette torréfaction est de transformer une partie de l'amidon qu'elle contient, et qui n'est pas digestible, en dextrine, qui est digestible. Cette transformation augmente donc la valeur nutritive de l'avoine et lui fait perdre 10 % de son poids d'eau. Les analyses d'avoine faites par Desgrez et Jacquet, analyses qui ont donné des résultats constants, établissent, par les chiffres suivants, la supériorité quantitative des principes nutritifs contenus dans l'avoine comparativement aux autres grains de céréales (Tableau I).

Comparée à l'orge et au seigle, l'avoine présente, à l'égard de ces céréales, une supériorité nutritive ressortant à un quart pour les matières azotées et trois quarts pour les matières grasses, ainsi que l'indiquent les chiffres ci-dessous :

	AVOINE	SEIGLE	ORGE
	—	—	—
Matières azotées	12,68	7,52 à 9,91	7,98 à 13,27
Matières grasses	5,90	1,04 à 1,36	1,28 à 2,20

On voit que l'analyse s'accorde avec l'expérience pour démontrer la réelle valeur de l'avoine comme aliment pour l'homme, valeur qui ressort de sa supériorité sur les autres grains de céréales habituellement employés à cet usage.

II. *Exposé technique.* — Les dents broient les aliments pour permettre aux sécrétions diverses, dont la première est la salive, de se mélanger intimement aux corps ingérés. Les aliments qui sont offerts en bouillie ou qui, durs, se transforment le plus facilement en une bouillie au contact de la salive, sont mis naturellement et sans effort dans les meilleures conditions pour que la digestion en soit facile.

Or, l'avoine satisfait à ces conditions. Elle est utilisable, tantôt en grains rôtis, entiers ou brisés, qui s'amollissent de suite au contact de la salive, tantôt en farine avec laquelle on fait, non pas une bouillie à apparence de colle comme avec la farine de froment, mais une soupe légère : la salive, le suc gastrique, les sécrétions intestinales pénètrent facilement l'aliment et le travail de la digestion s'effectue sans aucun effort.

La question du pain d'avoine se pose tout naturellement. Or, on a vu que, pour être mangeable, l'avoine doit être préalablement rôtie, torréfiée, afin d'éliminer le principe qui rancit, l'altère, et lui communiquerait un mauvais goût. Mais après la cuisson, l'avoine est stérilisée, privée de ses ferments et, dès lors, le levain ne peut agir sur elle ; il faut donc pouvoir la consommer sous une autre forme qu'en pain. On prépare aussi l'avoine à la vapeur, pour obtenir ce que l'on appelle les *flocons d'avoine* ; mais cet aliment, très répandu en Amérique et en Angleterre, se prépare au sucre et au lait, d'une manière spéciale et invariable, et l'aliment se présente alors sous un aspect qui ne s'harmonise pas avec les goûts et les habitudes du consommateur français.

En cherchant à solutionner le problème du transport individuel de la ration de farine par le soldat, M. le capitaine Moreau a réussi à préparer un biscuit d'avoine pure, facilement transportable, comestible, et dont la dureté, nécessitée par les conditions du transport par la troupe, cesse dans la bouche, au contact des fragments du biscuit avec la salive. Au point de vue alimentaire et par son goût agréable, ce biscuit est très supérieur au pain de guerre. On peut en varier la saveur en y ajoutant du sucre, du sel, du lait, du beurre, des matières grasses dans des proportions convenables, mais il faut observer que ce sont là des éléments de destruction : corps gras, qui rancissent, ou corps qui, comme le sel, attirent l'humidité. Il en résulterait un défaut de conservation, s'opposant à l'utilisation du biscuit d'avoine autrement que seul et pour faire la soupe.

Dans tous les cas, les avantages de l'emploi du biscuit d'avoine sont suffisamment importants pour retenir l'attention, ne serait-ce que par sa puissance nutritive et sa digestibilité, supérieures à celles des autres grains de céréales et de bon nombre d'aliments.

III. *Résultats d'expériences.* — Pour établir la valeur pratique de l'avoine dans l'alimentation humaine et par suite la possibilité d'utiliser à cette fin ce grain dans des conditions encore inconnues jusqu'à ce jour, M. le capitaine Moreau s'est livré à des expériences sur la troupe ; elles ont porté sur les points suivants : accoutumance individuelle et collective à un goût nouveau, conservation et même reconstitution de l'énergie.

Voici les traits caractéristiques de ces expériences :

Un soldat colonial, affecté de dysenterie persistante, avait été débilité par trois semaines de régime sévère : régime lacté aussi réduit que possible comme quantité. Arrivé au terme du traitement le malade prit, plusieurs fois par vingt-quatre heures, de la farine d'avoine torréfiée avec sa ration de lait, pendant trois jours consécutifs. Au bout de ce temps, ses forces étaient complètement revenues. M. le capitaine Moreau a cherché à déterminer l'influence de la consommation de l'avoine sur le poids du consommateur. Au début de la belle saison, un groupe de vingt soldats fut soumis à une pesée individuelle par deux fois, à trente jours d'intervalle. Ce groupe consomma, tous les jours, une soupe d'avoine : 33 grammes de farine d'avoine, soit 1 kilogramme par homme en un mois. Un groupe de même effectif fut pesé aux mêmes dates, mais ne

consomma pas d'avoine. Les groupes étaient formés, non pas d'hommes choisis, mais de fractions constituées au hasard et effectuant les mêmes exercices. Au terme de l'expérience, le total des poids accusait, pour le groupe soumis au régime de la soupe d'avoine, une augmentation de 3 kilogrammes; le groupe non soumis à ce régime avait perdu 3 kilogrammes, soit une différence de 6 kilogrammes. Le premier avait augmenté ses réserves; le second avait fait appel aux siennes. Evidemment, chaque homme du premier groupe avait officiellement consommé 1 kilogramme de nourriture de plus dans le mois; mais, en fait, aucun contrôle n'avait pu s'exercer sur ce que chacun avait consommé de pain, par rapport à son voisin, etc. La force ne se traduit pas nécessairement par une augmentation de poids, mais il est intéressant de constater que la modification, chez des hommes en pleine activité, s'est traduite, pour les hommes ayant consommé de l'avoine, par une augmentation de poids.

Des individus et des groupes de huit à dix hommes, ayant été mis au régime d'une soupe d'avoine quotidienne, firent preuve d'une résistance constante aux fatigues du métier militaire. Une expérience fut faite sur un groupe comportant plus de cent hommes. Elle donna des résultats très intéressants, car elle permit d'établir une comparaison, chose particulièrement difficile à obtenir en pareille matière: M. le capitaine Moreau fit distribuer la ration adoptée de 33 grammes d'avoine torréfiée à toute une compagnie d'infanterie, pendant trente jours consécutifs; les autres compagnies du même bataillon n'en reçurent pas Le bataillon fit quinze jours de manœuvres de camp et quinze jours d'étapes, par une température extrêmement chaude; les étapes seules formaient un total de 340 kilomètres. Les compagnies n'ayant pas consommé d'avoine présentèrent pendant ce mois, par compagnie, une moyenne de douze hommes à la visite médicale quotidienne. Du premier au trentième jour, la compagnie qui avait consommé de l'avoine ne présenta pas un seul homme à la visite médicale, et son entrain ne se démentit pas un instant.

D'autre part, une colonie scolaire d'enfants de Paris, envoyée pendant trente jours dans les Alpes, fut soumise à une semblable expérience. M. le capitaine Moreau fit distribuer, chaque jour, une soupe à l'avoine aux soixante-dix rationnaires. Pas un membre de la colonie ne manqua un seul exercice en montagne pendant les trente jours; l'endurance fut égale chez tous.

Voici, enfin, un exemple très remarquable d'expérience individuelle. Un officier de cavalerie s'astreint au régime suivant : au retour des exercices de la matinée, qui commencent de bonne heure dans la cavalerie, il prit, chaque jour, à 10 h. 1/2, un potage d'avoine, supprimant toute viande à son repas; aussitôt après, il chevauchait tout le jour et sans autre nourriture depuis l'aube; il atteignait sans fatigue l'heure de la retraite et du dîner, ayant passé à cheval, aux allures vives, de dix à quatorze heures par jour. L'expérience dura toute une saison, et le résultat d'endurance parut si nettement marqué, que cet officier remplaça radicalement, par la suite, toute nourriture de sa famille, au réveil, par une soupe d'avoine. Cette alimentation ne modifia pas le rapport de croissance des enfants, les uns vis-à-vis des autres; tous se montrèrent vigoureux, bien musclés et résistants à la fatigue.

A l'instigation de M. le capitaine Moreau, l'autorité maritime fit effectuer des expériences dans les hôpitaux de Brest, et après plusieurs mois d'observations suivies et concluantes, l'usage de l'avoine pour les ordinaires des équipages et des services de la marine fut autorisé. De son côté, le Service dans les Places de guerre, s'appuyant sur les résultats des expériences relatées, a prévu que les ressources en avoine des places investies devront être considérées comme intéressant l'alimentation des hommes. Au point de vue économique et agricole, on peut donc prévoir, comme conséquence très importante de ces recherches expérimentales un accroissement considérable des débouchés offerts à la production de l'avoine. Il est utile de faire ressortir à cet égard l'intérêt de cette question, intérêt déjà souligné par le *Syndicat central des Agriculteurs de France*, lorsqu'il eut à apprécier récemment les conséquences économiques des expériences de M. le capitaine Moreau, lesquelles peuvent se résumer ainsi qu'il suit : l'avoine, comme aliment de l'homme, ne nécessite qu'une préparation simple, rapide, peu coûteuse; elle constitue un aliment susceptible de varier non pas d'aspect, mais de goût, d'une manière indéfinie, ce qui a pour effet d'éviter la lassitude de l'estomac en présence d'un aliment toujours le même; la puissance nutritive et la digestibilité de l'avoine sont bien démontrées. Enfin, on peut se procurer cet aliment en toutes saisons et en abondance sur le territoire français et à des prix donnant la possibilité de mettre la ration individuelle à la portée des plus pauvres. Il se peut donc que l'avoine apporte une part contributive à la solution du grave problème de la vie chère.

Henri Blin.

§ 6. — Hygiène

Comment se protéger contre le froid aux mains et aux pieds? — A cette question, qui se pose à tous ceux que préoccupe le désir de protéger nos soldats contre les rigueurs de l'hiver qui s'approche, M. Fernet a répondu, à l'une des dernières séances de l'Académie de Médecine, en indiquant quelques moyens très simples, et pourtant très efficaces, dont il a depuis longtemps fait l'épreuve sur lui-même et sur d'autres.

Le principe sur lequel reposent ces moyens est celui qui, pour les habitations, fait la valeur des parois, portes et fenêtres doubles, et, pour les vêtements, celle des vêtements multiples ou des doublures. Par analogie, pour lutter contre le refroidissement des mains et des pieds, M. Fernet conseille, comme très avantageux, l'usage de deux paires de gants superposés ou celui de deux paires de bas ou de chaussettes.

Aux mains, le gant extérieur, gant ou moufle, sera en laine tricotée ou en peau doublée de fourrure; le gant intérieur sera, de préférence, en peau ordinaire, à son défaut, en simple tissu de coton.

Pour les pieds, d'abord bas ou chaussettes de coton ordinaire, et, par-dessus ce bas, bas ou chaussettes de laine, plus ou moins épais. L'addition, sous le bas de laine, d'un bas de coton n'augmente l'épaisseur du vêtement que d'une façon insignifiante et permet, sans difficulté, le port de la chaussure habituelle; et pourtant, cette petite addition suffit pour augmenter, dans une très grande proportion, la valeur du bas de laine extérieur pour garantir du froid.

Si l'on est exposé aux crevasses ou aux engelures, il est bon de tenir les mains et les pieds constamment enduits d'une très légère couche de vaseline, de ne faire le lavage des mains qu'avec de l'eau *tiède* et, après ce lavage, de faire un essuyage complet et soigné, qui ne laisse sur la peau aucune trace d'humidité.

Les frictions énergiques des mains l'une contre l'autre, les mouvements actifs des doigts et des pieds, des membres supérieurs et inférieurs, sont des moyens de réchauffement bien connus et de valeur éprouvée.

LE SYSTÈME DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

Quelques années seulement après que la théorie moderne des atomes eut été énoncée par Dalton et généralement adoptée par les chimistes, Prout, le premier, en 1815, essaya d'établir une loi des atomes en proposant l'hypothèse que les poids atomiques étaient tous des multiples du poids atomique de l'hydrogène.

A partir de 1826, Léopold Gmelin, dans les éditions de son manuel de Chimie, dirigea l'attention sur une espèce de relations remarquables entre les éléments : c'est l'existence de *familles d'éléments*, et tout d'abord de *triades* (Döbereiner) ou groupes de trois éléments semblables, dont les poids atomiques forment une série avec des différences à peu près constantes, comme par exemple les métaux alcalins Li, Na, K ; les haloïdes Cl, Br, I ; le groupe de l'oxygène O, S, Se, etc. Plusieurs savants ayant augmenté le nombre et l'extension de ces groupes, ces recherches, par degrés et après beaucoup d'années, frayèrent le chemin à un système ou plutôt à une méthode qui permit d'ordonner pour la première fois tous les éléments.

C'est à Mendéléeff, de Saint-Pétersbourg, que revient l'honneur d'avoir, en 1868, réussi à unir toutes ces familles en arrangeant tous les éléments alors connus dans une seule série d'après leurs *poids atomiques*.

A peu près à la même époque, Lothar Meyer consacrait des études profondes aux mêmes groupes et spécialement aux qualités physiques et chimiques des éléments, et en 1870 il énonçait la proposition que *toutes les qualités des éléments sont des fonctions du poids atomique*, considéré comme la variable indépendante.

Bien qu'on ne puisse nier que nos connaissances des qualités des atomes aient été considérablement augmentées par l'introduction d'une variable indépendante, il faut avouer que la méprise dans le choix de cette variable a pour longtemps retardé l'évolution de ces connaissances.

Les études, qui m'ont enfin conduit en 1913 à une forme déterminée pour l'arrangement des éléments, ont été commencées déjà en 1875, et ont d'abord abouti à la conviction qu'il n'était pas possible de se servir du poids atomique comme variable indépendante.

I. — La variable indépendante.

Dans le système de Mendéléeff, tous les éléments sont arrangés dans une seule série et chaque élément est déterminé par sa place dans le système. Cela veut dire *qu'une seule variable indépendante suffit à déterminer parfaitement un élément.*

Comme il est évident que ces éléments forment une série discontinue, aucune des qualités des éléments ne variant continuellement d'élément à élément, il faut aussi que la variable indépendante soit discontinue. Donc nous prenons comme variable indépendante la série des *nombres entiers positifs*, et nous les nommerons les nombres d'ordre ou *les ordinaux* des éléments.

Ces nombres entrant comme des termes dans la même équation que les valences, il faut qu'ils soient de la même qualité ou qu'ils désignent *un certain nombre d'électrons.*

II. — La constitution du système.

Parmi les éléments actuellement connus, il ne manquait en 1868 jusqu'à Cl inclusivement que les gaz nobles He et Ne.

Les 14 éléments

Li	Be	B	C	N	O	Fl
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl

formaient évidemment deux périodes très semblables, de 7 éléments chacune, suivies par deux autres groupes plus grands à 17 éléments :

K	Ca	(Sc)	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co						
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru	Rh						
					Ni	Cu	Zn	(Ga)	(Ge)	As	Se	Br		
					Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		

où il manquait encore les gaz nobles Ar et Kr et en outre les éléments Sc, Ga et Ge, depuis trouvés, et l'homologue (45) de Mn, encore inconnu.

Ce sont ces quatre groupes que Mendéléeff avait réussi à ordonner d'une manière satisfaisante, comme l'a prouvé la découverte des éléments nouveaux, dont les poids atomiques et les propriétés coïncident d'une manière étonnante avec les valeurs prédites. On a appelé ces groupes d'éléments des séries ou des *périodes*, bien que l'extension des deux derniers groupes soit beaucoup plus grande que celle des deux premiers. Mendéléeff a même osé étendre la série des éléments en supposant que les deux grandes « périodes » connues seraient suivies d'autres périodes de même longueur. Mais ici l'essai de former un système a échoué, et l'on a depuis fait un grand nombre de tentatives infructueuses pour ordonner les éléments suivants, surtout depuis la découverte des éléments nouveaux, en grand nombre, appartenant aux métaux alcalino-terreux rares, lesquels n'ont pas montré d'analogies avec les éléments des

groupes précédents. Parmi ces tentatives, je ne veux pas dissimuler celles que j'ai faites moi-même en 1897 et en 1906.

Il s'en est fallu de peu que tous ces travaux sans résultat aient compromis l'idée d'un système des éléments. Mais *la découverte des gaz nobles* par Ramsay and Rayleigh a jeté une lumière nouvelle sur l'ordre des éléments.

Par He and Ne, le nombre des éléments dans les deux premières « périodes courtes », que nous comptons ensemble comme un seul groupe, a été augmenté de 14 à 16, et la découverte de Ar et Kr a également donné au groupe qui contient les deux « grandes périodes » un nombre de 36 éléments au lieu de 34.

Ces deux nombres 16 et 36 ou 4.2^2 et 4.3^2 m'ont montré que la formule la plus simple pour le nombre d'éléments d'un groupe serait $4\,p^2$, si p est le nombre du groupe.

Après avoir examiné de plus près les groupes correspondant aux autres valeurs connues de p, nous reviendrons aux qualités générales du système.

1. Le *Groupe* G_4. — Le gaz noble X (56) forme la limite entre G_3 et G_4; puis nous avons quatre éléments Cs (57), Ba (58), La (59), Ce (60), dont les valences 1, 2, 3, 4 suivent la marche ordinaire. Mais avec Pr commence la difficulté, les valences devenant constantes et égales à 3 pour toute la série d'éléments jusqu'à Ta.

Cependant les poids atomiques des éléments

Ce(60)	Pr(61)	Nd(62)
140,25	140,6	144,6

sont situés trop près l'un de l'autre pour y intercaler des éléments nouveaux. J'ai donc donné à Pr et à Nd les numéros 61 et 62.

Comme des gaz nobles séparent non seulement les groupes, mais aussi leurs moitiés, il faut supposer que Nt occupe le milieu du groupe G_4. Alors cet élément doit avoir le numéro $4.1^2 + 4.2^2 + 4.3^2 + \frac{1}{2}\cdot 4.4^2 = 4 + 16 + 36 + 32 = 88$.

D'après l'analogie avec la dernière partie de G_3, nous pouvons arranger les éléments qui précèdent Nt, de Bi (85) jusqu'à Ta (75), de manière qu'il nous reste seulement une lacune entre (63) et (74). Pour remplir ces 12 places, nous possédons déjà 10 éléments connus à poids atomiques entre 150,4 et 174,0.

Sm	Eu	Gd	Tb	Dy					
150,4	152,0	157,3	159,2	162,5					
					Ho	Er	Tu	Yb	Lu
					163,5	167,7	168,5	172,0	174,0

Pour placer ces éléments sur leur places exactes, nous essayerons de calculer approximativement les poids atomiques pour les éléments dans cette partie de la série en prenant les moyennes entre les éléments de N — 16 et N + 16, N variant de 64 à 69.

Voici la série que nous obtenons de cette manière :

N	64	65	66	67	68	69
N — 16 . . .	48	49	50	51	52	53
N + 16 . . .	80	81	82	83	84	85
P_{N-16} . . .	106,7	107,88	112,4	114,8	119,0	120,2
P_{N+16} . . .	195,2	197,2	200,6	204,0	207,1	208,0
P_N calc . . .	150,95	152,51	156,5	159,4	163,05	164,1
P_N obs . . .	150,4	152,0	157,3	159,2	162,5	163,5
O. — C . . .	— 0,55	— 0,51	+ 0,8	— 0,2	— 0,55	— 0,6
Elément . .	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho

Des recherches étendues sur les poids atomiques, dans le but de trouver des régularités entre eux, m'avaient donné le résultat que les différences moyennes de ces nombres chez des éléments consécutifs, étant à peu près constantes dans certains groupes, allaient en augmentant lentement, quand on avançait dans la série des éléments. La différence O.-C., négative et peu variable, entre les nombres observés et calculés, est telle qu'on pouvait l'attendre en conséquence de cet accroissement des différences.

Pour appuyer encore plus ma formule $4\,p^2$ pour le quatrième groupe, j'ai comparé ce groupe, tel que je l'ai arrangé avec 32 éléments dans sa première moitié, avec le même demi-groupe à 36 éléments correspondant à deux « grandes périodes » selon l'hypothèse originale de Mendéléeff, et j'ai trouvé que les différences s'arrangent d'une manière plus simple et plus régulière dans le premier cas que dans le second. La plus grande différence entre ces deux arrangements, c'est que, d'après le système de Mendéléeff, il manquerait encore *six* éléments entre Ce et Ta, tandis que dans mon système il ne resterait que *deux* éléments nouveaux à découvrir.

J'avais supposé (en septembre 1913) qu'il se passerait longtemps avant qu'on obtînt quelque confirmation définitive de mon arrangement du quatrième groupe. Mais déjà en décembre, dans ses recherches importantes sur les spectres à haute fréquence[1], M. Moseley a trouvé une relation très simple entre les fréquences de certaines lignes de ces spectres et des nombres qui évidemment suivent le même ordre que les ordinaux des éléments dont j'ai fait usage et ne s'en séparent que d'une différence constante de deux unités. De cette manière, mon nombre de 32 éléments pour la première moitié de G_4 se trouve confirmé parfaitement d'un côté tout à fait inattendu. On doit donc supposer que ma formule $4p^2$ est générale.

2. *Le groupe* G_1. — D'après la formule $4p^2$, le groupe G_1 doit contenir $4.1^2 = 4$ éléments, bien que nous n'en connaissons à présent que deux, l'hydrogène H, pour lequel nous conserverons le numéro 1, et He, auquel nous avons déjà donné le

[1] *Phil. Mag.*, décembre 1913.

numéro 4. Mais alors il faut admettre qu'il y a entre ces deux éléments deux autres encore inconnus, lesquels porteraient les numéros 2 et 3 et, par analogie avec H et He, auraient aussi les poids atomiques 2 et 3.

Maintenant il semble au premier regard que nous avons rencontré dans ces deux éléments inconnus une difficulté à peu près insurmontable, laquelle suffirait à faire tomber tout le nouveau système, comme toujours un système perd la confiance, quand on a besoin d'hypothèses auxiliaires pour le soutenir.

Mais, d'autre part, nous pouvons montrer que, si nous n'avions pas été forcé par la formule $4p^2$ de supposer deux places vides dans le groupe G_4, il aurait été impossible d'introduire dans le système des éléments correspondant aux deux spectres, connus depuis longtemps, auxquels on a donné les noms de *coronium* et de *nébulium*, observés, le premier dans les parties extrêmes de la couronne du Soleil, et le second dans un grand nombre de nébuleuses.

Car ces spectres étant linéaires et assez simples, et les gaz auxquels ils doivent leur origine étant sans doute d'une densité extrêmement faible, il faut supposer que nous avons à faire à des gaz simples, appartenant à des éléments simples de faibles poids atomiques. Comme on les trouve tous les deux dans le Soleil ainsi que dans les nébuleuses en même temps que H et He, toutes les places pour des éléments avec les qualités en question auraient été déjà occupées si notre système n'avait pas ouvert les deux places nouvelles (2) et (3).

Des déterminations plus exactes avec des études plus approfondies des lois générales des spectres conduiront sans doute à élucider ces questions. A l'éclipse totale du 21 août cette année, on a eu une occasion d'étudier le spectre du coronium[1].

3. *Le groupe G_0. Electron.* — Comme tous les points d'origine et de limite des groupes et des demi groupes que nous connaissons sont occupés par des éléments déterminés, on doit s'attendre à ce qu'à l'origine du groupe G_1 et de tout le système se trouve un élément qu'on pourrait désigner par G_0, lequel serait un gaz avec l'ordinal d'une unité moindre que 1, c'est-à-dire 0, et dont le poids atomique ne différerait de 0 que d'une petite quantité.

Les électrons possèdent toutes les qualités des atomes. Je les considère donc comme les atomes d'un élément E (0), ou *électron*, avec l'ordinal 0. On pourrait dire aussi qu'il forme un groupe G_0 avec le nombre $4.0^2 = 0$ d'éléments, parce que l'électron n'a pas de masse.

[1] Il faut remarquer que MM. Bourget, Fabry et Buisson, en se servant de l'ordre d'interférence limite, ont trouvé un nombre voisin de 3 comme la valeur la plus probable du poids atomique du nébulium (*C. r.*, t. CLVIII, p. 1017).

III. — Vue générale du système.

Après avoir examiné les groupes spéciaux et avant de passer à des expositions tabulaires ou graphiques du système, nous voulons en prendre une vue générale.

On voit donc d'abord que le nombre de places dans le système de E (0) jusqu'à l'élément du plus grand poids atomique connu U (94) est 95; les places 2, 3, 45, 63, 74, 77, 86, 87, 89, 91 et 93 ne sont pas encore définitivement occupées par des éléments connus. Entre ceux-ci nous avons d'abord les deux éléments hypothétiques coronium et nébulium, qui augmentent de 2 le nombre antérieur. De l'autre côté, il n'y aurait maintenant à découvrir dans le groupe G_4 que 2 éléments, tandis que d'après le système de Mendéléeff il en resterait encore 6. Ici donc le nombre total a été diminué de 4. Parmi les autres (45) et (77) sont les deux homologues encore inconnus de Mn. Les dernières places vides appartiennent sans doute à des éléments radioactifs, pas encore assez certainement connus pour être définitivement placés.

Pour pouvoir juger du caractère général du système, il nous faut d'abord regarder de plus près la forme des groupes.

Nous avons déjà plusieurs fois dirigé l'attention sur le fait que le nombre d'éléments dans le groupe de l'ordre p est $4\,p^2$. La raison pour laquelle une observation qui semble si simple n'a pas été faite déjà depuis longtemps est sans doute que les groupes ne se présentent pas comme des unités cohérentes, mais sont divisés en deux parties chacun, propriété qu'on retrouve chez toutes les qualités des éléments. Mais cette singularité se trahit d'une manière assez simple, si l'on suppose que les groupes G sont des cycles ou des anneaux, dont chacun correspond à une révolution entière. Les deux moitiés d'un tel anneau sont donc semblables l'une à l'autre comme les deux moitiés d'un cercle. Non seulement les groupes entiers, mais aussi leurs moitiés, sont séparés l'un de l'autre par des gaz nobles à valence 0. Nous désignerons le point limite des deux groupes G_p et G_{p+1} par $G_{p,p+1}$ et le point moyen d'un groupe G_p par M_p. Enfin les demi-groupes sont aussi divisés en deux. Nous nommerons ces parties, qui contiennent p^2 éléments, des *quadrants*.

Pour voir à quel groupe ou demi-groupe appartient une certaine valeur de N, nous donnons ici le tableau suivant :

p	0	1	2	3	4	5	6
p^2	0	1	4	9	16	25	36
$\Sigma(p^2)$.	0	1	5	14	30	55	91
$G_{p,p+1}$ . . .	0	4	20	56	120	220	
M_p.		2	12	38	88	170	292

Un élément, (127) par exemple, serait situé entre $G_{4,} = 120$ et $M_5 = 170$, c'est-à-dire dans la première partie du groupe G_5.

IV. — Représentations tabulaire et graphique du système.

On peut ordonner le système des éléments de différentes manières pour faire paraître d'un côté les affinités des éléments, de l'autre leurs différences. Mais bien que j'aie fait beaucoup d'essais, je ne peux pas dire qu'aucune forme encore examinée remplisse les conditions voulues pour une représentation satisfaisante.

Nous nous contenterons donc de donner ici deux formes (page 739) :

1) *Un tableau*, analogue à la représentation originale de Mendéléeff, mais divisé en groupes. Les gaz nobles limitants sont introduits comme appartenant aux groupes suivants. Les familles des éléments sont données sous leurs valences principales en chiffres romains. La série La (59) jusqu'à Lu (73), composée d'éléments qui ont tous la valence 3, est renfermée entre parenthèses ;

2) *Une spirale*, formée par 4 cercles, correspondant aux quatre groupes avec E (0) comme centre, et réunis par des ponts portant les gaz nobles, qui limitent les groupes.

Les éléments qui possèdent les mêmes valences sont situés sur les mêmes lignes horizontales, les valences indiquées à gauche et à droite dans les quadrants Q_1 à Q_4. Dans les parties indiquées ou séparées des autres par des lignes pointillées, nous avons la valence 3 pour tous les éléments.

V. — Les valences.

Bien que l'arrangement des éléments par Mendéléeff n'ait pas de forme exacte et ne permette point de donner à un seul élément une position ou un nombre absolu, il possède une propriété qui autorise, à un certain degré, à lui attribuer le nom de système.

C'est la marche assez régulière de la valence chimique, laquelle, dans la plupart des groupes, augmente d'une unité d'un élément à l'autre. Par exemple, en introduisant aussi les gaz nobles, depuis découverts, et faisant usage de nos ordinaux N, nous avons la série de valences V :

Élément . . .	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
N	12	13	14	15	16	17	18	19
V	0	1	2	3	4	5	6	7
N — V	12	12	12	12	12	12	12	12

Nous considérons toutes les propriétés physiques et chimiques comme des fonctions de N. Mais, entre toutes ces grandeurs, *la valence* se distingue par la forme extrêmement simple de la fonction. Comme nous le voyons par l'exemple cité, on a tout simplement $N - V = 12$ et, en désignant la constante (12) par K, généralement :

$$N - V = K,$$

ou :

$$V = N - K.$$

Dans les parties différentes de la série des éléments, la constante K possède des valeurs spéciales, et l'on obtient, comme je les ai nommées, différentes *séries de valence*. En ajoutant aussi des valences *négatives* pour les éléments :

	C	N	O	Fl
N	8	9	10	11
V	— 4	— 3	— 2	— 1
N — V	12	12	12	12

on peut continuer cette série encore quatre pas en arrière. Nous avons d'autres exemples de ces séries, que je nommerai *séries principales*, de Si (16) à Mn (27) avec $K = 20$ et, sans valences négatives, de Ni (30) à Br (37), avec $K = 30$.

A côté de ces séries principales, qui sont formées des *valences principales*, il y a aussi des *séries secondaires*, qui se distinguent de celles-ci par une valeur différente de K. Par exemple, avec des valences V_1 de deux unités moindres que les valeurs principales V :

	In	Sn	Sb	Te	I
N.	51	52	53	54	55
V.	3	4	5	6	7
N — V . . .	48	48	48	48	48
V_1	1	2	3	4	5
N — V_1 . . .	50	50	50	50	50

Ici dans la série principale

$$V = N - 48, \quad K = 48.$$

et dans la série secondaire

$$V_1 = N - 50, \quad K = 50.$$

1. *Les valeurs de K.* — Pour déterminer les séries de valences, il faut connaître :

1° les valeurs de K ;

2° le nombre d'éléments de chaque série.

De la formule $V = N - K$, on déduit que pour $N = K$ on a toujours $V = 0$, c'est-à-dire qu'on trouve la valeur de K en cherchant la valeur de N pour laquelle $V = 0$.

Les éléments qui commencent des séries de valences principales sont : 1° les gaz nobles He, Ne, Ar, Kr, X, Nt ; 2° les métaux Ni, Pd, Pt pour lesquels $V = 0$; enfin Er, dont la série ne commence probablement qu'avec (73) et la valence 3.

En ordonnant les valeurs de N de ces éléments d'après leur grandeur, on a la série suivante des valeurs de K :

			DÉSIGNATIONS		$\frac{1}{2}$K				
K	V_m	V_M	en G	en M	1^2	2^2	3^2	4^2	A
0	»	1	G_{01}	$M_1 - 2$	—	—	—	—	0
2	(— 2)	(+ 1)	$G_{12} - 2$	M_1	1	—	—	—	1
4	(— 1)	+ 3	G_{12}	$M_2 - 8$	2	—	—	—	2
12	— 4	+ 7	$G_{23} - 8$	M_2	2	1	—	—	3
20	— 4	+ 7	G_{23}	$M_3 - 18$	2	2	—	—	4
30	0	+ 7	—	$M_3 - 8$	2	1	1	—	5
38	— 3	+ 8	$G_{34} - 18$	M_3	2	2	1	—	6
48	0	+ 7	$G_{34} - 8$	—	2	1	2	—	7
56	— 3	(+ 4)	G_{34}	$M_4 - 32$	2	2	2	—	8
70	(+ 3)	+ 8	—	$M_4 - 18$	2	2	1	1	9
80	0	(+ 7)	—	$M_4 - 8$	2	1	2	1	10
88	(— 2)	(+ 6)	$G_{45} - 32$	M_4	2	2	2	1	11

On observe tout de suite que les valeurs de K sont toujours des nombres pairs, d'où il suit que *les valences principales sont paires ou impaires en même temps que les ordinaux des éléments.*

Tous les nombres K se peuvent dériver soit des nombres G, limites entre les groupes différents, soit des nombres M, correspondant aux milieux des groupes, en les diminuant d'un des carrés doubles $2 = 2.1^2$, $8 = 2.2^2$, $18 = 2.3^2$ ou bien $32 = 2.4^2$.

Comme les nombres G et M sont eux-mêmes formés par des sommes de carrés, il s'en suit que toutes les valeurs de K peuvent s'exprimer par la formule

$$K = 2(k_1.1^2 + k_2.2^2 + k_3.3^2 + k_4.4^2),$$

où les coefficients k, à l'exception de k_4, peuvent prendre les valeurs 1 ou 2 alternativement, k_4 étant toujours $= 2$ excepté pour $K = 0$ ou 2.

Les valeurs de k sont données dans la colonne K/2 du tableau sous les nombres carrés correspondants. Les désignations en G et en M se trouvent dans les colonnes 4 et 5 et les valences extrêmes de chaque série dans les colonnes 2 et 3 sous V_m et V_M (les incertaines entre parenthèses).

La dernière colonne contient les nombres d'ordre A des valeurs de K, lesquelles forment une série comparable à celle des éléments.

Mais à côté de ces valences principales, qui augmentent régulièrement avec les ordinaux, il y a aussi quelques parties du système où la valence conserve la même valeur pour une suite d'éléments, pairs comme impairs. Ici se distingue surtout le groupe des métaux rares alcalino-terreux, qui conserve pour un grand nombre d'éléments, de La (59) jusqu'à Lu (73) ou peut-être à (74), la valence constante 3. Mais ce groupe, qui a toujours paru comme une exception, n'est pas le seul. Car de Sc (23) jusqu'à Ni (30), à côté des valences principales, on observe aussi la même valeur 3 chez les éléments pairs comme chez les impairs. De la même manière on a aussi de Ti (24) jusqu'à Zn (32) $V = 2$ et de Ti (24) à Mn (27) ou peut-être jusqu'à Co (29) $V = 4$. Il existe aussi des séries semblables dans le voisinage des groupes de Pd et de Pt.

J'ai nommé la valence 3 avec les voisines 2 et 4 *les valences les plus probables.*

2. *Les valences les plus probables.* — En comparant les nombres des valences de différentes grandeurs tout le long de la série des éléments, on observe tout de suite qu'il existe de grandes différences, quelques-unes d'entre elles, comme par exemple les valences les plus grandes 7 et 8 et les valences négatives (— 1 à — 4), étant très rares, tandis que d'autres, comme 2, 3 et 4, sont extrêmement nombreuses.

Pour obtenir des nombres qui ne soient pas affectés par quelque théorie spéciale sur les valences, je me suis contenté d'établir une liste aussi complète que possible de toutes les valences observées, chez les éléments connus (principalement d'après les manuels d'Abegg et de Gmelin-Kraut, 7e éd.), et j'ai supposé, chez les éléments encore inconnus, les mêmes valences que chez les éléments homologues. J'ai aussi introduit la valence 0, non seulement chez les gaz nobles, mais aussi chez les métaux nobles, lesquels se trouvent en forme de corps simples.

De cette manière, j'ai trouvé les nombres n obs. suivants, qui coïncident d'une manière satisfaisante avec les nombres n calc., qu'on obtient au moyen de la formule :

$$n = 36.(0,9)^{(V-3)^2} + 25.(0,5)^{(V-3)^2}.$$

V	n obs.	n calc.	Diff.
—	—	—	—
— 4	2	0	2
— 3	5	1	4
— 2	5	3	2
— 1	7	7	0
0	16	14	2
1	21	25	— 4
2	46	45	1
3	60	61	— 1
4	45	45	0
5	24	25	— 1
6	15	14	1
7	8	7	1
8	3	3	0
9	—	1	— 1

Les deux termes de la formule correspondent aux deux sortes différentes de valences, celles des séries principales et les valences les plus probables. Les termes montrent aussi un caractère très différent, le premier donnant des nombres qui diminuent assez lentement à partir du maximum $V = 3$, pendant que le deuxième présente une chute très rapide et n'a de valeurs appréciables que pour les valences 2, 3 et 4.

3. *Calcul des valences.* — Le nombre d'ordre N d'un élément étant connu, il est très facile d'en

TABLEAU I.

V	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
G^1	[illegible]	H(1) 1,008								
	— 2	— (3)								
G^2	He(4) 3,[illegible]	Li(5) 6,94	Be(6) 9,1	B(7) 11,0	C(8) 12,00	N(9) 14,01	O(10) 16,00	F(11) 19,0		
	Ne(12) 20,[illegible]	Na(13) 23,00	Mg(14) 24,32	Al(15) 27,10	Si(16) 28,3	P(17) 31,04	S(18) 32,07	Cl(19) 35,46		
G^3	Ar(20) 39,[illegible]	K(21) 39,10	Ca(22) 40,07	Sc(23) 44,1	Ti(24) 48,1	V(25) 51,0	Cr(26) 52,0	Mn(27) 54,93	Fe(28) 55,84	Co(29) 58,97
	Ni(30) 58,68	Cu(31) 63,57	Zn(32) 65,37	Ga(33) 69,9	Ge(34) 72,5	As(35) 74,96	Se(36) 79,2	Br(37) 79,92		
	Kr(38) 82,[illegible]	Rb(39) 85,45	Sr(40) 87,63	Y(41) 89,0	Zr(42) 90,6	Nb(43) 93,5	Mo(44) 96,0	— (45)	Ru(46) 101,7	Rh(47) 102,9
	Pd(48) 106,7	Ag(49) 107,88	Cd(50) 112,40	In(51) 114,8	Sn(52) 119,0	Sb(53) 120,2	Te(54) 127,5	I(55) 126,92		
G^4	Xe(56) 130,2	Cs(57) 132,81	Ba(58) 137,37	La(59) 139,0	Ce(60) 140,25	[Pr(61) 140,6	Nd(62) 144,3	— (63)		
	Sm(64) 150,4	Eu(65) 152,0	Gd(66) 157,3	Tb(67) 159,2	Dy(68) 162,5	Ho(69) 163,5	Er(70) 167,7	Tu(71) 168,5		
			Yb(72) 172,0	Lu(73) 174,0	—(74)]	Ta(75) 181,5	W(76) 184,0	— (77)	Os(78) 190,9	Ir(79) 193,1
	Pt(80) 195,2	Au(81) 197,2	Hg(82) 200,6	Tl(83) 204,0	Pb(84) 207,10	Bi(85) 208,0	— (86)	— (87)		
	Nt(88) 222,4	— (89)	Ra(90) 226,4	— (91)	Th(92) 232,4	— (93)	U(94) 238,5			

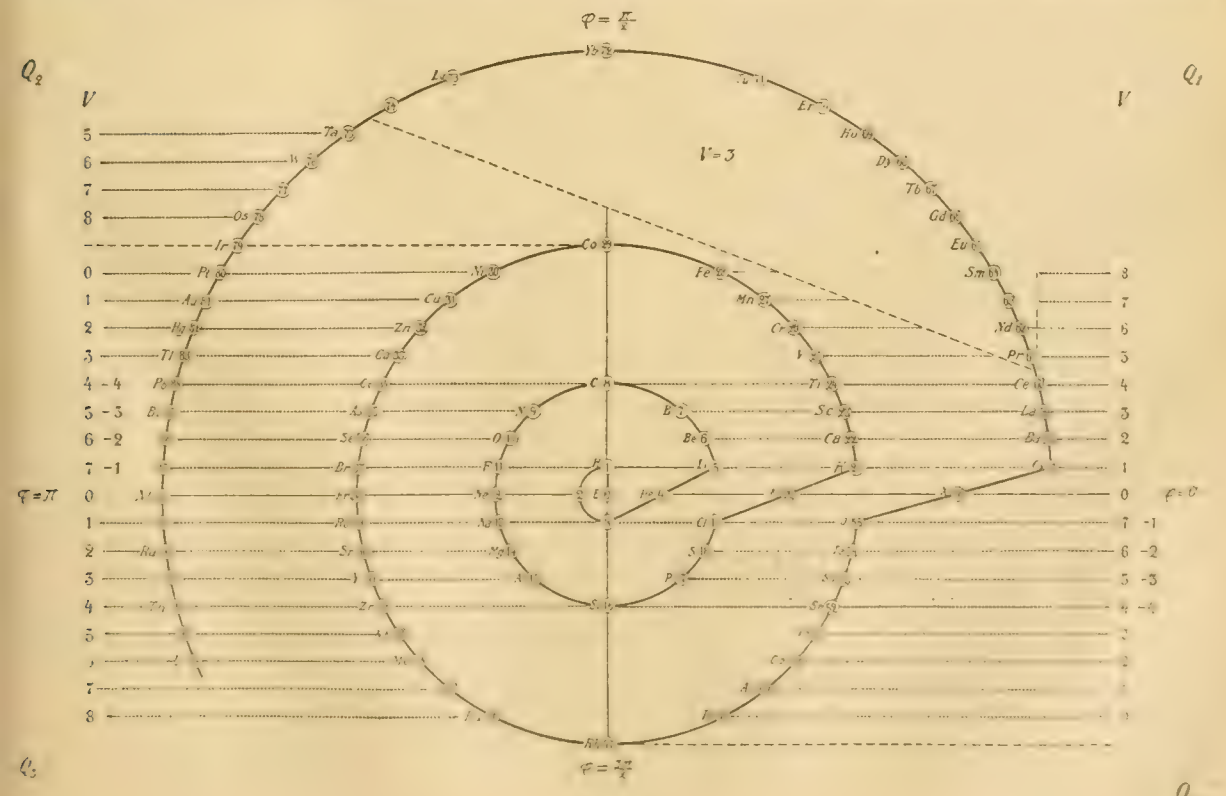


FIG. 1

calculer la valence principale. Il suffit pour cela d'exécuter deux soustractions simples.

1° On soustrait la valeur donnée de N du nombre G ou M plus grand, qui en est le plus proche, c'est-à-dire du nombre de la série 2, 4, 12, 20, 38, 56, 88, 120,...., de manière à obtenir le moindre reste positif R_1 ;

2° On soustrait ce reste R_1 du nombre plus grand le plus proche des carrés doubles 8, 18, 32, 50,.., de manière à obtenir ici également le moindre reste positif R_2 ou 0.

Alors la valence cherchée $V = R_2$, si $R_2 \leqq 8$. Si $R_2 > 8$, l'élément est situé au dehors des séries principales et l'on a $V = 3$. Pour $R_1 = 0$, V est naturellement aussi $= 0$.

Cette règle n'est pas valable pour les éléments (61) à (64) ou pour (70) à (73) du groupe G_4, où l'on a toujours $V = 3$. L'application de la règle dans le groupe G_4 est incertaine.

Comme exemple, prenons d'abord Cr (26). Alors $R_1 = 38 - 26 = 12$, $R_2 = 18 - R_1 = 18 - 12 = 6$ et nous avons $V = 6$. Pour In (51), on a $R_1 = 56 - 51 = 5$, $R_2 = 8 - 5 = 3 = V$. Chez Ho (69), au contraire, $R_1 = 88 - 69 = 19$, $R_2 = 32 - 19 = 13 > 8$. Par suite $V = 3$.

VI. — Des régularités chez les nombres des poids atomiques.

Les essais entrepris en vue de trouver des régularités chez les poids atomiques n'ont pas manqué. Mais bien qu'on ait réussi quelquefois, en se servant d'un grand nombre de variables, à rendre ces nombres avec une certaine approximation, on peut dire que les lois des poids atomiques sont encore parfaitement inconnues.

Je veux seulement présenter ici quelques régularités, dont la réalité semble très probable, sans prétendre avoir encore trouvé des lois pour la dépendance des poids atomiques des nombres ordinaux des éléments.

Déjà, en 1884, j'ai trouvé pour la première fois une régularité entre les poids atomiques des premiers éléments, qui semble confirmée par des coïncidences diverses.

De H jusqu'à Ca, ou peut-être jusqu'à Cu, les nombres entiers les plus proches des poids atomiques montrent, avec très peu d'exceptions, ou la forme $4m$ ou la forme $4m + 3$, m étant un nombre entier. Les exceptions sont Be, qui a la forme $4m + 1$ et N la forme $4m + 2$.

De plus : les poids atomiques pairs de la forme $4m$ appartiennent à des éléments de valence paire, pendant que les poids atomiques impairs de la forme $4m + 3$ correspondent à des éléments à valence impaire.

C'est pourquoi, il m'a paru rationnel, en introduisant pour la première fois des nombres d'ordre pour les éléments, d'attribuer des nombres pairs aux éléments de la première espèce ($4m$) et des nombres impairs aux autres ($4m + 3$).

En cherchant les nombres d'ordre n, qui donneraient la plus simple relation entre les poids atomiques et les nombres d'ordre, je me suis alors arrêté aux formules :

$$(P) = 2n \text{ pour les éléments pairs}$$

et

$$(P) = 2n + 1 \text{ pour les éléments impairs}$$

qui donnent pour les éléments jusqu'à Cu :

	H	He	Li	Be	B	C	N	O	Fl	Ne
n . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(P) obs.	1	4	7	9	11	12	14	16	19	20
(P) calc.	3	4	7	8	11	12	15	16	19	20
O. — C.	— 2	—	—	1	—	—	— 1	—	—	—

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca
n. . . .	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(P) obs .	23	24	27	28	31	32	35	40	39	40
(P) calc.	23	24	27	28	31	32	35	36	39	40
O. — C .	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—

	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
n	21	22	23	24	25	26	27	28	29
(P) obs. . . .	44	48	51	52	55	56	59	59	64
(P) calc . . .	43	44	47	48	51	52	55	56	59
O. — C. . . .	1	4	4	4	4	4	4	3	5

Les éléments connus en 1885 étant calculés d'après les formules citées, j'ai depuis introduit les gaz nobles He, Ne et Ar, pour lesquels il y avait des lacunes dans la série.

Comme nous le voyons, il y a des anomalies pour H ainsi que pour Be et N, et après Ar seuls K et Ca suivent les formules simples. C'est pourquoi, j'ai alors supposé qu'il manquait entre Sc et Ti deux éléments encore inconnus.

En tout cas, il m'a paru très probable que les numéros n étaient les vrais ordinaux des éléments, vu la simplicité extraordinaire des formules citées. Mais avec ces nombres il n'est pas possible d'appliquer pour les premiers éléments de la série la formule $4p^2$ et la nouvelle division en groupes, dont nous avons parlé plus haut, car dans ce cas il faudrait que He forme la limite entre le groupe G_1 à quatre éléments et le groupe G_2, de manière que He ait le numéro 4 au lieu de 2.

J'ai alors changé le nombre d'ordre n en $N = n + 2$, en réservant toujours pour H le numéro 1, et j'ai supposé qu'il existe entre H et He deux éléments encore inconnus, correspondant aux numéros 2 et 3. Comme nous avons déjà $P = 1$ pour $N = 1$ et $P = 4$ pour $N = 4$, nous supposons aussi, pour les nouveaux éléments, la formule $P = N$ et les poids atomiques 2 et 3.

Nous avons donc dans le groupe G_1 :

$$P = N,$$

dans le groupe G_2 pour les éléments :

Pairs : $P = 2n = 2N - 4$
Impairs : $P = 2n + 1 = 2N - 3$

à l'exception seulement de Be et N.

Mais en contemplant la première partie du groupe G_2, nous voyons une régularité d'une autre espèce, que je désigne sous le nom d'*inflexion*. Car, en renversant l'ordre des quatre derniers éléments, nous avons :

	He(4)	Li(5)	Be(6)	B(7)
P_1	4	7	9	11
	Fl(11)	O(10)	N(9)	C(8)
P_2	19	16	14	12
$P_1 + P_2$ . . .	23	23	23	23

ou une somme constante de 23 pour les éléments également distants du centre de cette série entre (7) et (8).

La deuxième moitié du même groupe, qui n'a pas d'inflexion, peut toutefois être ordonnée de la même manière. Les nombres (P) de ces éléments de Ne (12) à Al (15), additionnés aux suivants Cl (19) à Si (16) dans l'ordre inverse, donnent la somme commune de 55.

Parmi les autres inflexions (Ni, Zn, Ge, Se) et (Ru, Rh, Pd, Ag) ne contiennent que quatre éléments, tous pairs dans le premier cas. Mais avec Ta (75) semble commencer une série de la même sorte, qui continue jusqu'à Pb (84) avec une somme qui ne diffère pas beaucoup de 388,3. Les nombres sont :

181,5	184,0	(187,7)	190,9	193,1
207,1	204,0	200,6	197,2	195,2
388,6	388,0	(388,3)	388,1	388,3

Pour l'élément inconnu (77), j'ai interpolé le poids atomique en faisant usage de la moyenne 388,3.

Toutes ces inflexions ont en commun la propriété que le premier élément de la dernière ligne a un nombre d'ordre qui est un *multiple de* 8. Car nous avons $C = 8$, $Si = 16 = 2.8$, $Ge = 32 = 4.8$, $Pd = 48 = 6.8$, $Pt = 80 = 10.8$.

Les éléments impairs montrent une espèce de régularité que je n'ai pas encore réussi à retrouver chez les éléments pairs. Voici la manière dont on peut décomposer en termes les éléments impairs de V (23) à I (53). Ils forment des groupes de quatre éléments que j'ai désignés par les multiples de 8 qui entrent dans leurs valeurs de N :

Groupe 3.

Elément . .	V(23)	Mn(27)	Co(29)	Cu(31
2N	50	54	58	62
»	1	1	1	1
. . . . .	—	—		—
»	—	—	—	0,5
P calc. . . .	51	55	59	63,5
P obs	51,0	54,93	58,97	63,57
O. — C . . .	0	— 0,07	— 0,03	+ 0,07

Groupe 4.

Elément . .	Ga(33)	As(35)	Br(37)	Rb(39)
2N	66	70	74	78
»	4	4	4	4
»	0	1	2	3
»	—	—	—	0,5
P calc. . . .	70	75	80	85,5
P obs	69,9	74,95	79,92	85,45
O. — C . . .	— 0,1	— 0,01	— 0,05	— 0,05

Groupe 5.

Elément. . .	Y(41)	Nb(43)	— (45)	Rh(47)
2N	82	86	90	94
»	7	7	7	7
»	0	0,5	1,0	1,5
»	—	—	—	0,5
P calc. . . .	89	93,5	98	103
P obs	89,0	93,5	—	102,9
O. — C . . .	0	0	—	— 0,1

Groupe 6.

Elément. . .	Ag(49)	In(51)	Sb(53)	I(55)
2N	98	102	106	110
»	10	10	10	10
»	0	2	4	6
»	—	1	—	1
P calc. . . .	108	115	120	127
P obs	107,88	114,8	120,2	126,92
O. — C . . .	— 0,12	— 0,2	0,2	— 0,08

Comme résultat de ces essais et de quelques autres, on peut énoncer la proposition que *les poids atomiques comme fonctions de N montrent une période fondamentale de* 8.

En outre, il y a des périodes plus courtes de 4 et de 2.

VII. — L'unité vraie des poids atomiques.

L'unité des poids atomiques aujourd'hui adoptés tire son origine de la supposition tout à fait arbitraire que le poids atomique de O est exactement = 16.

Or, vu l'approximation à des unités et à des demi-unités qui se montre dans les poids atomiques, dont nous venons de donner des exemples de calcul, la question se pose de savoir s'il ne serait pas possible, par une variation convenable de l'unité, de diminuer encore plus les écarts entre les valeurs observées et les valeurs calculées.

En étudiant en détail les nombres spéciaux, on arrive à la conclusion que probablement nos poids atomiques sont un peu trop petits. En multipliant tous les nombres par le facteur 1,0011, les écarts se réduisent à un minimum et l'on obtient par exemple :

$Cl = 35,50$, $Mn = 54,99$, $Br = 80,01$, $Ag = 108,00$,
$I = 127,03$, $Cs = 132,96$.

On aurait dans ce cas $H = 1,0088$ et $O = 16,018$ et le plus grand poids atomique connu $U = 238,76$.

J. R. Rydberg,
Professeur à l'Université de Lund.

LA VIE SOCIALE DES ESQUIMAUX

Habitant les régions les plus septentrionales du globe, voisins immédiats du Pôle Nord, les Esquimaux du Groënland constituent une des variétés humaines les plus remarquables et les plus intéressantes. Au cours de ma dernière expédition dans le Groënland occidental, j'ai eu l'occasion d'étudier leur vie journalière, non leurs mœurs anciennes et primitives, mais les mœurs qui se sont implantées

Fig. 1. — *Femmes esquimaudes en train d'assouplir les bottes de leurs maris.*

chez eux depuis une centaine d'années par le contact des hommes blancs. Cette partie du Groënland est, on le sait, une colonie danoise. Enveloppés par une civilisation supérieure, les Esquimaux n'en ont pas moins conservé — assurément pour leur bonheur — à peu près intacts leur genre de vie propre et cette ingéniosité naturelle qui leur permet de pourvoir à leur nourriture par la chasse aux phoques sur des bateaux inventés et construits par eux, qui portent le nom de « Kajaks ».

Si intéressante que soit leur civilisation matérielle, je ne m'étendrai pas sur ce sujet. Ce que j'ai l'intention de décrire dans cet article, c'est leur vie sociale et économique, également fort intéressante; elle nous éclairera sur la question de savoir ce que cette peuplade primitive a gagné et perdu par son contact prolongé avec la culture plus élevée des Blancs.

I

La vie sociale des indigènes est basée sur un communisme fortement accentué, mais qui cependant n'exclut pas un sentiment très profond de l'individualisme. Chez aucun peuple, peut-être, les hommes ne jouissent nominalement d'une liberté plus grande ; mais en réalité ils ne sont nulle part liés les uns aux autres par des liens moraux plus puissants. Ils vivent au sein d'une nature si âpre et si farouche qu'ils ne sauraient subsister sans se prêter un mutuel secours.

Dans les familles, on admet une liberté assez grande, mais l'homme préposé au service de la nourriture est maître absolu. Il n'y a ordinairement qu'une seule épouse, mais il peut y en avoir plusieurs. Les mœurs matrimoniales sont très relâchées : l'adultère et le rapt sont fréquents. Il faut se défier des éloges exagérés de certains visiteurs : les délits, les vols, les meurtres, les suicides ne sont pas rares, mais ils existent beaucoup plus chez les Esquimaux restés à l'état sauvage que chez les autres.

Toutefois, le droit commun n'existe pour ainsi dire pas, et il n'y a pas davantage de châtiments véritables. Celui qui a commis un délit est puni par le mépris général, mais il ne semble pas que cette forme de répression soit bien efficace.

II

Au point de vue économique, ce qui frappe au Groënland, c'est l'absence de toute terre cultivable et l'impossibilité pour les Blancs de pratiquer leurs industries ordinaires, exception faite de l'exploitation des mines et des pêches. Ici, comme sous les tropiques, l'homme est obligé, pour tirer parti du pays, de recourir à la main-d'œuvre indigène.

Le régime économique du Groënland danois est caractérisé par ce fait qu'il n'existe pas de représentants spéciaux pour le commerce : celui-ci est érigé en monopole, la même personne représentant le gouvernement et le commerce. L'administration du Groënland est confiée à un Directeur nommé par le Gouvernement et résidant à Copenhague, en général un homme qui a vécu longtemps dans le pays. Il y a en outre deux inspecteurs, un certain nombre d' « administrateurs coloniaux » (*kolonibestyrer*) ayant sous leurs ordres des employés et des ouvriers, au maximum cent blancs en tout. Les administrateurs coloniaux, dont chacun est le chef d'un des douze districts qui partagent le pays, sont les fonctionnaires les

plus importants du Groënland. En même temps que chefs de districts, ils sont surtout des commerçants.

Dans les boutiques on vend à prix fixe des marchandises européennes de toutes sortes, celles qui peuvent convenir aux habitants. Parmi les denrées de luxe, on trouve le café, le sucre et le tabac, — mais il est interdit d'introduire du pétrole, à cause des incendies, et de vendre des spiritueux. Malheureusement, l'interdiction de l'alcool n'est pas strictement observée : elle n'en constitue pas moins pour les Esquimaux un très grand bienfait.

On achète aussi dans les boutiques certaines marchandises que seul le Gouvernement a le droit d'exporter, telles que la graisse de phoque, les peaux de phoque, de renard bleu, d'ours blanc, la plume d'eider et le saumon.

Aucun étranger n'est autorisé à faire le commerce ni même à visiter le Groënland sans une autorisation spéciale du Gouvernement. Seuls les savants ou ceux qui avouent des motifs plausibles peuvent obtenir cette autorisation, le pays étant absolument fermé aux autres, par exemple aux touristes.

Fig. 2. — *Femmes esquimaudes faisant la lessive près d'une hutte primitive en tourbe.*

L'Administration danoise au Groënland n'a qu'un but : faire tous ses efforts pour maintenir intacte la civilisation matérielle des Esquimaux, qui repose principalement sur la chasse aux phoques, et pour développer chez ceux qui sont physiquement incapables de manier les kajaks d'autres formes de pêches et de chasses. Dans ce but, on a eu l'ingénieuse idée de baisser les prix des articles accessoires et de les vendre quelquefois moitié moins chers qu'en Europe.

Mais il ne faut pas non plus payer trop cher le produit de la chasse aux phoques. Les Esquimaux ne sauraient, en effet, se passer de leur chair, de leur graisse et surtout de leurs peaux, nécessaires à la construction de leurs kajaks — et sans kajaks pas de chasse aux phoques possible. En conséquence, toutes les marchandises importées doivent être vendues à bas prix afin de faciliter l'industrie des Esquimaux.

On comprend que cette réglementation des prix ne soit pas populaire chez les indigènes. Aussi a-t-il été très sage de mettre entre les mains du même homme la direction du commerce et la gestion administrative du district : c'est lui qui veille à ce que personne ne vende ni n'achète trop cher, à ce que les provisions de gibier soient ménagées, assurant ainsi la prospérité et le bien-être de ses subordonnés.

III

Les affaires locales sont confiées aux soins d'une corporation spéciale, fondée il y a quarante ans, qui fait le plus grand honneur au Danemark et aux Esquimaux. Elle forme, sous le nom de *Forstanderskapet* (autorité supérieure), un Conseil composé du prêtre du district comme Président, des fonctionnaires européens et d'un représentant indigène pour chaque arrondissement. Ce Conseil a pour attributions de maintenir l'ordre dans la colonie et de faire en même temps l'office de Tribunal. Les peines qu'il inflige consistent ordinairement en amendes ou dans la perte de certains privilèges, par exemple l'interdiction de visiter les boutiques. L'Assemblée a aussi la gestion des fonds publics de la colonie, alimentés par une retenue faite sur l'achat des produits, et qui servent aux besoins du district. Le reliquat est partagé, en manière de récompense, entre les chasseurs de phoques, la somme variant suivant l'importance des captures. L'alimentation nationale se trouve ainsi très habilement encouragée. Ce sont, à vrai dire, les autres pourvoyeurs, pêcheurs, chasseurs de renards et d'ours, etc., qui ont à payer une contribution aux chasseurs de phoques.

Voici quelques extraits du procès-verbal des séances de l'année 1909. Parmi les questions à l'ordre du jour figurent l'établissement de boulangeries, des règlements contre la viciation des eaux potables, l'amélioration des maisons d'habitation à frais communs, l'installation de tire-lires à domicile, une pétition en faveur d'un cours de navigation en kajak, etc.

Au point de vue du droit, le Conseil eut à juger quelques affaires de vol et de mœurs, plusieurs violations des règlements de quarantaine à l'occasion d'une maladie de chiens, deux ou trois massacres de chiens qui avaient causé des dégâts, mais rien de plus grave.

En ce qui concerne la question d'une administration autonome indigène d'après les modèles européens, il est extrêmement intéressant de rechercher, en se basant sur une expérience déjà longue, de quelle manière elle pourrait être résolue. La réponse est d'ailleurs assez difficile. Les Esquimaux, en effet, ne sont pas très disposés à se prononcer positivement dans les Assemblées; ils se laissent presque toujours influencer par les Européens, sans que l'on puisse savoir s'ils sont réellement satisfaits des résolutions qu'ils ont prises de concert avec eux. Leurs prononcés de jugements manquent souvent d'impartialité, et les autorités supérieures sont alors obligées de les modifier ou même de les annuler. Il n'y a chez eux qu'un nombre fort restreint d'individus capables de siéger dans une Assemblée et d'y suivre une ligne de conduite en harmonie avec nos conceptions de la justice. Malgré cela l'institution, telle qu'elle fonctionne, a été pour les Groënlandais un grand bienfait. Elle a contribué à créer chez les plus intelligents le souci du bien public, qui n'existe pas dans le caractère national, en leur fournissant l'occasion d'exposer officiellement leurs vœux devant les Danois et de discuter leurs propres intérêts.

Fig. 3. — *Famille d'Esquimaux en partie de chasse au fond d'un fjord, près de leur tente.*

IV

A côté des commerçants et des administrateurs, les prêtres, chefs de l'église et directeurs d'écoles, forment un groupe spécial de fonctionnaires. Aujourd'hui tous les Esquimaux du Groënland occidental sont chrétiens et beaucoup pratiquent une religion fortement teintée de piétisme. Certains psaumes, écrits par les Groënlandais, témoignent d'un profond sentiment religieux. Dans son ministère, le prêtre est tout à fait indépendant du pouvoir civil : de là de fréquents conflits, où le prêtre triomphe souvent grâce à sa connaissance plus approfondie de la langue esquimaude. De plus, le prêtre a le contrôle de l'enseignement, qui est presque entièrement donné par des professeurs indigènes. Le niveau des études est relativement élevé : à l'heure actuelle, presque tous les jeunes Groënlandais savent lire et écrire leur langue maternelle. Quelques-uns écrivent des livres. Avec les fonds nationaux, un journal est publié quatre fois par an et distribué gratuitement à chaque famille : il contient une chronique, des articles littéraires composés par les Esquimaux eux-mêmes, etc. L'enseignement supérieur est donné dans le séminaire de Godthaab, la capitale, où l'on forme des prêtres et des professeurs.

Fig. 4. — *Esquimaux en partie de chasse, transportant leur canot à terre.*

V

Tous ceux qui ont eu l'occasion de résider au Groënland se posent nécessairement une question : Qu'est-ce que les indigènes et les Danois ont gagné ou perdu après avoir vécu si longtemps ensemble? Les Esquimaux ont vu s'améliorer leurs maisons et leur outillage; ils ont reçu des armes perfectionnées qui leur sont d'une grande utilité, mais qui les ont aussi parfois entraînés à des massacres exagérés. Ils ont connu des jouissances nouvelles, le tabac, le café. Ils ne sont plus décimés par les famines. Le meurtre et le suicide ont à peu près disparu. Ils ont des professeurs, des hôpitaux, des secours en cas de maladie; ils ont appris l'hygiène. La population s'est accrue très rapidement, du moins dans le cours des dernières années, à peu près suivant la proportion moyenne des peuples de l'Europe occidentale.

Ils ont perdu, il est vrai, leur ancienne autonomie et leur indépendance. Autrefois, on ne voyait chez eux que des hommes fiers et libres: de nos jours, un grand nombre sont en service et pauvres. Cet état de choses a fait naître un prolétariat qui, auparavant, n'existait pas. Des maladies ont été importées, mais elles ont sévi chez eux, il faut le reconnaître, moins cruellement que chez les autres peuples primitifs, grâce à la sage politique d'isolement du Danemark : ce sont cependant les blancs qui leur ont communiqué la tuberculose.

Moralement, ils ont été en progrès selon nos conceptions européennes; mais à un point de vue plus élevé, ils ont certainement perdu. Malgré l'accroissement de la population pendant ces dernières années, ils sont en réalité moins nombreux qu'à l'arrivée des Danois. Après deux siècles de civilisation, on peut se demander encore s'il n'eût pas été préférable que tout cela ne fût pas fait. Mais supposons qu'au lieu de tomber aux mains du Danemark, ils aient été livrés à des aventuriers privés, leur sort eût été bien pire. Les Danois leur ont appris à s'occuper personnellement de leurs intérêts : ils leur ont apporté, sans doute, la civilisation avec ses tares, l'alcool et la maladie, mais ils leur ont en même temps fourni les moyens de lutter victorieusement contre ces deux fléaux

La culture européenne s'est largement développée au Groënland pendant les dernières décades. Il y a, chez ce petit peuple de 12.000 âmes, des individus qui, même chez nous, pourraient occuper des situations difficiles, des chefs politiques capables, des prêtres instruits qui sont en même temps des hommes d'initiative, des écrivains de talent et des peintres habiles. On prétend toutefois que ces esprits supérieurs sont strictement limités à des familles de souche fortement mêlée et que les anciens Esquimaux se distinguent par une natalité moins grande et un attachement vivace aux vieilles coutumes.

Fig. 5. — *Chasseur montrant sa capture de la journée et en faisant le récit.*

En ce qui concerne les Danois, ils ont retiré pendant longtemps un grand bénéfice économique du Groënland, mais ils subissent maintenant de grosses pertes chaque année, pertes que les avantages ne compensent pas. Aussi les projets de réformes sont-ils nombreux? Un parti important réclame la liberté du commerce et l'accès du pays, du moins en faveur des entreprises nationales. On ne peut que lui donner raison, mais la culture originale des Esquimaux en souffrira.

Plus intéressant est le projet d'un autre parti de l'extrême-gauche, qui tend au retour de l'état de choses primitif. Le Gouvernement a eu la sagesse de recourir à un moyen terme, en favorisant dans les limites du possible le maintien des vieilles coutumes esquimaudes, et il a ainsi mérité la reconnaissance de l'humanité tout entière. Les Esquimaux sont le seul peuple polaire qui brave les tempêtes, le froid et la longue nuit d'hiver dans

une contrée qui n'a presque rien à leur offrir. Leur lutte ingénieuse contre une nature hostile provoque une admiration universelle. De la mer ils tirent non seulement leur nourriture, leurs habits et leur combustible, mais encore le matériel pour leurs bateaux et leur outillage, témoignant ainsi d'une faculté d'invention peu commune. Pendant leurs hivers si rigoureux, ils s'arrangent de façon à vivre heureux en un pays où nul ne saurait demeurer. Réjouissons-nous de les voir conserver leurs mœurs primitives et puissions-nous avoir longtemps l'occasion de les étudier pour notre profit!

Leur civilisation nous a rendu les plus grands services. Ce sont les Esquimaux qui nous ont appris à vivre dans les régions polaires. Toute la technique des grandes expéditions est fondée sur l'expérience acquise au Groënland — avec le secours de la science bien entendu — et sans les Esquimaux le Pôle Nord serait probablement encore à découvrir.

Otto Nordenskjold,
Professeur à l'Université de Göteborg.

(*Traduit du suédois par* Georges Parmentier.)

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

I. — Planètes et comètes.

Apprendre à mieux connaître le globe qui nous porte, c'est se mettre en état d'interpréter plus sûrement les apparences offertes par d'autres corps célestes. L'astronome qui fournit au marin, au géodésien, le moyen de déterminer des heures et des positions précises s'attend à recueillir, un jour ou l'autre, la récompense de ses services. Il se tient attentif aux renseignements qui lui parviennent des stations scientifiques, établies maintenant sous des latitudes très diverses. Parmi ces renseignements, l'un des moins attendus est l'existence, dans les latitudes géographiques, d'une petite variation annuelle, non prévue par la Dynamique. Tout se passe comme si le centre de gravité du Globe se déplaçait alternativement, de 3 mètres environ, vers le Pôle Nord ou vers le Pôle Sud. Bien des explications se présentent à l'esprit, mais ont dû être abandonnées à la suite d'une analyse plus exacte. Ainsi la fusion des glaces, suspendue alternativement pendant six mois au voisinage de chaque pôle, agirait dans le sens voulu, mais devrait, pour correspondre à la grandeur de l'effet, porter sur des masses trop invraisemblables. L'opinion la plus en faveur à la suite des récentes études de MM. Kimura, Ross, Biske, est celle qui considère les couches isobares de l'air comme oscillant autour d'une forme moyenne, variable avec la saison. La réfraction se trouverait ainsi altérée de la même manière dans une série de stations de même latitude, et une oscillation annuelle, purement apparente, se mêlerait à l'oscillation dont la période embrasse 430 jours et dont la réalité reste hors de cause.

Les mouvements de l'aiguille aimantée sont traversés de caprices bizarres qui semblent devoir échapper à toute prévision. Mais, dans une longue série de moyennes, chaque élément magnétique se montre affecté de quatre fluctuations superposées, dont les périodes sont définies d'autre part comme le jour, l'année, la révolution synodique du Soleil, le cycle des taches. On en a conclu que le Soleil agit sur le magnétisme terrestre, non seulement par l'échauffement inégal qu'il communique à notre globe, mais par une action directe, sans doute par une émission restreinte de particules électrisées. D'après les calculs de M. Chapman, la Lune partage cette faculté, dans une mesure plus restreinte, mais non douteuse, avec le Soleil. On doit lui imputer plusieurs oscillations, dont la plus marquée embrasse la moitié d'un jour lunaire.

Nous n'en sommes point encore à étudier la distribution du magnétisme sur la Lune. Mais des progrès s'accomplissent du côté de la topographie. La riche collection de clichés réunie à l'Observatoire de Paris a fourni à M. Le Morvan la matière d'une nouvelle carte de notre satellite en 48 feuilles. La moitié de l'ouvrage a paru en 1913. Cette carte, moins coûteuse et plus maniable que le grand Atlas de l'Observatoire, est bien conçue, admirablement exécutée, et sera précieuse aux observateurs.

La planète Eros, qui a tenu fixés sur elle les yeux de tant d'astronomes en 1900, avait alors excité leur surprise par de rapides variations d'éclat. Voici maintenant que son orbite se contracte, plus que ne l'avait indiqué la théorie. Les conditions en seront d'autant plus favorables pour une nouvelle détermination de la parallaxe solaire. En 1931, la distance de la planète à la Terre descendra presque à la moitié de la valeur extrême atteinte en 1900.

Le système des planètes qui gravitent autour du Soleil, les deux systèmes de satellites qui accompagnent respectivement Jupiter et Saturne ont souvent engagé les calculateurs à la recherche d'analogies numériques. C'est la loi classique de Bode qui sert de point de départ à ces calculs, orientés un peu différemment suivant que l'on attache plus

de prix à l'exactitude des vérifications, à l'absence de lacunes ou au petit nombre des paramètres. Miss Blagg a réalisé sur ses prédécesseurs un progrès marqué en renfermant les trois séries de distances dans une même formule, analogue à celle qui relie les inverses des longueurs d'onde dans les spectres des corps simples. L'existence, dans des systèmes aussi différents, d'une telle relation fait penser qu'elle traduit une loi physique mystérieuse, imposée à la formation des planètes comme à celle des satellites. De tels groupements ne sauraient donc être l'effet d'agrégations fortuites et espacées, comme le veut la théorie de la capture. Ils nous engagent plutôt à conserver, dans chaque système, l'unité d'origine et à rester dans la donnée générale de la cosmogonie de Laplace.

Aucune des lois dérivées de celle de Bode ne fait prévoir les satellites éloignés et rétrogrades dont Jupiter et Saturne ont offert, l'un et l'autre, un exemple. En étudiant ces deux cas exceptionnels, signalés par certains auteurs comme inconciliables avec les idées de Laplace, M. Jackson a trouvé que l'on pouvait considérer les satellites anormaux comme les restes d'anneaux nébuleux agités de mouvements confus et assez vastes pour se répandre aisément en dehors de la sphère d'attraction de la planète. Certaines valeurs de la distance et de la vitesse angulaire sont plus favorables à la stabilité, et ce sont justement celles qui répondent à des satellites rétrogrades.

Une conclusion analogue s'est encore dégagée, pour M. Eddington, de la statistique des éléments des comètes. Les directions de leurs aphélies se groupent en majorité autour de deux lignes qui ne paraissent pas être sous la dépendance du mouvement général du système solaire. Ces directions révéleraient plutôt l'allongement d'un ou deux anneaux primitifs, aux dépens desquels se seraient formées les comètes. Les astres à période courte demeurent l'exception, peut-être parce qu'ils sont doués d'une moindre longévité. On les considère comme acheminés dans leurs orbites actuelles par l'intervention des grosses planètes. Ainsi la comète Neujmin (1913 c), découverte le 6 septembre 1913, serait un troisième membre de la famille cométaire de Saturne. Elle a été remarquable par son aspect presque constamment stellaire. La comète Westphal (1852 IV), retrouvée par M. Delavan le 26 septembre 1913, a subi en octobre un affaiblissement considérable et inexpliqué.

On ne saurait douter que les comètes ne soient, en comparaison des planètes et des étoiles, des astres éphémères. Que devient la matière, ténue à coup sûr, mais à la longue abondante, semée le long de leur parcours? M. Fessenkoff estime qu'elle a dû se répandre au voisinage de l'écliptique, de manière à remplir une vaste lentille aplatie, centrée sur le Soleil, et de densité décroissante à partir du centre. On peut expliquer ainsi tous les traits bien constatés de la lumière zodiacale. Si l'on a cru lui trouver certains caractères de dissymétrie et d'instabilité, c'est, d'après M. Fessenkoff, que l'on n'a point tenu un compte suffisant des effets de l'absorption atmosphérique.

La masse totale de la matière zodiacale est certainement faible à côté de celle des planètes principales, et l'on peut en dire autant de la masse des comètes et des météores. Il est cependant permis de croire que certains météores interviennent plus efficacement pour troubler la surface du Soleil, parce qu'ils sont sujets à s'en approcher davantage. M. Turner a été amené à reprendre cette idée, soutenue autrefois par J. Herschel, en cherchant à représenter l'abondance variable des taches solaires par une suite de termes périodiques. On peut adopter pour les coefficients de ces termes, pendant un certain nombre d'années, des valeurs constantes, mais on se voit ensuite dans la nécessité de changer ces valeurs. Les époques de perturbations tombent toutes, d'après M. Turner, près d'un passage des Léonides au périhélie. Il est vrai que la distance périhélie des Léonides est encore assez grande, et il y aurait lieu de faire appel à un courant secondaire, dérivé par l'intervention d'une planète. Cette thèse trouve un certain degré de confirmation dans les annales chinoises, qui signalent d'anciennes recrudescences du nombre des taches solaires à des époques où l'essaim des Léonides a dû passer près de Saturne.

II. — Etude du Soleil.

La multiplication périodique des taches est-elle liée à une variation, dans un sens déterminé, du flux de chaleur que nous recevons du Soleil? La question a été résolue dans des sens divers, et l'on doit encore la considérer comme litigieuse. Le désaccord des statistiques, quand elles ne portent pas sur un même intervalle de temps, peut tenir à une variation générale dans la transparence de l'atmosphère terrestre. La diffusion plus ou moins grande des poussières volcaniques suffit à l'expliquer, et il semble bien que l'éruption du mont Katmai (Alaska) en 1912, comme celle du Krakatau en 1883, ont eu des effets de ce genre (voir p. 729). Toutefois, l'invasion ne doit pas se produire en même temps dans des contrées très éloignées, et le parallélisme des valeurs de la constante solaire trouvées simultanément, par les méthodes de M. Abbot, en Californie et en Algérie, prouve que des variations très sensibles sont imputables au Soleil. Ces variations, jusqu'à présent, paraissent plutôt irrégulières que périodiques.

MM. Fabry et Buisson ont trouvé que la limite du spectre solaire, du côté ultraviolet, est constituée par une bande d'absorption de l'ozone. La présence d'une couche d'ozone formée à la partie supérieure de l'atmosphère terrestre sous l'action des rayons ultraviolets n'est pas improbable. Elle aurait pour effet de changer les lois d'absorption admises et d'altérer la valeur expérimentale de la constante solaire.

L'étude micrométrique de nombreux clichés pris à l'Observatoire de Zo-Sè (Chine) sous la direction du P. Chevalier a montré que le Soleil avait offert, de 1905 à 1909, un allongement sensible et quelque peu variable dans la direction des pôles. Ce n'est pas la première fois que ce fait est soupçonné, mais il se présente aujourd'hui, à ce qu'il nous semble, avec un cortège de preuves imposant. Le diamètre photographique moyen surpasse de 0″,6 celui qui est généralement admis sur l'autorité de M. Auwers. Une indication dans le même sens résulte de la discussion, due à M. Simonin, des clichés de l'éclipse du 17 avril 1912.

Les documents rapportés à la suite des dernières éclipses totales ont encore fourni la matière de diverses publications intéressantes. Le P. Cortie en a tiré la description de plusieurs faisceaux limités, issus chacun d'une région tachée du Soleil et ayant eu un effet marqué sur le magnétisme terrestre. Dans les épreuves américaines du spectre éclair, faites à Daroca en 1905, M. Mitchell retrouve la contrepartie intégrale du spectre de Fraunhofer. Les différences ne portent que sur les intensités relatives. Mais ni M. Mitchell, ni M. Evershed ne sont disposés à considérer comme établie la présence du radium dans la chromosphère.

Les spectroscopes puissants continuent à donner de nombreux renseignements sur les vitesses qui règnent à différents niveaux dans le Soleil. Mais l'interprétation est compliquée, car les résultats changent de sens suivant que l'on considère telle ou telle raie ou diverses parties d'une même raie. Pour M. Evershed, le fait dominant est un épanouissement général des vapeurs métalliques à partir des bords de chaque tache. M. Saint-John trouve que la tendance centripète redevient prépondérante au-dessus d'une certaine altitude. Les analogies que l'on a tenté d'établir entre les taches et les cyclones ou les tourbillons des cours d'eau restent, dans les deux cas, peu satisfaisantes.

Les mouvements ascendants, tels que le spectroscope les révèle vers le centre du disque, ne sont pas aussi rapides que les mouvements horizontaux, mais il n'est pas rare de les trouver accélérés, comme si la pesanteur était combattue efficacement par une force répulsive. Ces vitesses verticales, en tout cas, sont assez grandes pour faire considérer comme bien hasardée la tentative de M. Schulz pour remettre en honneur l'ancienne théorie de Kirchhoff concernant la constitution générale du Soleil. Dans cette théorie, l'astre est liquide jusqu'au niveau des taches, et celles-ci deviennent des scories flottantes. Toute difficulté se trouve levée par là en ce qui concerne l'existence d'un spectre continu, mais non en ce qui regarde les températures et les vitesses. M. Fowler préférerait admettre l'existence dans le Soleil d'un agent physique inconnu, capable de maintenir certains éléments réfractaires à l'état pulvérulent au-dessus de 6.000°, température que les expériences actinométriques indiquent comme un minimum. Il faut nous résigner, peut-être pour longtemps encore, à voir la Nature user dans les astres de moyens plus puissants que ceux dont disposent les laboratoires.

MM. Deslandres et d'Azambuja continuent de s'attacher à l'isolement des parties centrales dans les plus fortes raies de spectre, et ce choix est justifié par l'originalité frappante des photographies obtenues. Les astronomes de Meudon maintiennent, en dépit des doutes élevés par M. A. Buss, la distinction essentielle des filaments et des alignements. Ces derniers, plus faibles mais plus prolongés, sont caractéristiques des couches supérieures. Ils se montrent jusque dans les hautes latitudes et ne dépendent pas du cycle de Schwabe.

La production du phénomène de Zeeman sur le bord des taches, constatée par M. Hale, lui avait, comme on le sait, fourni la mesure du champ magnétique local. On ne voyait à ce champ magnétique d'autre origine probable qu'un transport de particules électrisées, mais il semblait que l'électricité ne dût se déplacer que très difficilement dans un milieu raréfié comme celui qui environne le Soleil. L'objection se trouve bien atténuée, sinon détruite, à la suite d'expériences récentes de M. Harker, qui a trouvé qu'un gaz raréfié devient effectivement conducteur pour l'électricité au voisinage d'un corps à température très élevée.

III. — Étoiles et Nébuleuses.

L'Observatoire de Greenwich s'est donné comme tâche, dans ces dernières années, de déterminer à nouveau les positions précises de toutes les étoiles brillantes de la calotte boréale, étoiles déjà inscrites par Carrington dans un catalogue qui remonte à un demi-siècle. Il est ainsi devenu possible d'étudier et de classer un grand nombre de mouvements propres. Cette discussion, faite par M. Dyson, donne un résultat favorable aux vues de M. Schwarzschild, c'est-à-dire à l'existence d'une seule direction préférée pour les mouvements stel-

laires. A mesure que l'on considère une direction plus écartée de la première, le nombre des étoiles acheminées suivant la direction nouvelle diminue assez régulièrement. De la relation entre l'éclat des étoiles et la grandeur du mouvement apparent, il résulte que la répartition des étoiles dans l'espace n'est ni uniforme ni fortuite. La fréquence la plus grande se rencontre dans la constellation des Gémeaux, à une distance qui est petite, comparée aux dimensions de la Voie Lactée. Quand on s'éloigne de cette région centrale, la fréquence des étoiles diminue sans limite, en sorte qu'on peut parler des étoiles visibles dans les instruments méridiens comme d'un système limité, à structure définie.

Des conclusions analogues sont tirées par M. Eddington de l'étude du catalogue de L. Boss, qui rassemble les données les plus sûres concernant les étoiles brillantes dans toutes les parties du Ciel. C'est surtout pour les hautes latitudes galactiques que la décroissance de la densité, quand la distance augmente, est prononcée. On doit donc regarder les étoiles se rattachant à la Voie Lactée, c'est-à-dire la grande majorité des astres visibles, comme formant un amas globulaire, avec aplatissement très accusé.

En chaque point d'un tel amas l'attraction newtonienne doit produire un champ de forces. Une étoile qui obéirait à ce champ sans être troublée sensiblement par les corps voisins accomplirait sa révolution autour du centre en trois cent millions d'années environ, et l'on pourrait s'attendre à voir une direction déterminée dominante dans chaque région de l'espace.

Effectivement, les recherches de L. Boss, de MM. Hertzsprung et Plummer, ont mis en évidence l'existence de plusieurs familles d'étoiles animées de vitesses égales et parallèles, et de plus rapprochées par les caractères de leur spectre. Ces étoiles gardent la trace d'une origine commune, se meuvent librement ou sous l'action d'un champ de forces général, et se ressentent peu de la rencontre éventuelle de corps animés d'un mouvement différent. Il faut donc abandonner l'assimilation de la Voie Lactée à une masse gazeuse où les vitesses des molécules résultent de collisions multiples en tous sens, sont en relation de grandeur avec les masses, mais ne présentent aucune régularité quant aux directions. M. Jeans, prenant comme point de départ du calcul la densité stellaire qui existe dans le voisinage du Soleil, a trouvé que la dispersion d'un essaim une fois formé demanderait des milliards d'années, temps bien supérieur à celui de l'extinction probable d'une étoile.

Des résultats très dignes d'attention ont été obtenus dans ces derniers temps par la formation de tableaux où sont pris comme en-tête les caractères principaux des étoiles : classe spectrale, situation dans le Ciel, parallaxe annuelle, grandeur du mouvement, éclat intrinsèque. Ainsi M. W.-W. Campbell a montré que les étoiles blanches (classe A et B de Harvard), plus accumulées que les autres vers la Voie Lactée, ont de faibles vitesses, de grandes distances au Soleil et de grands éclats. Les étoiles rouges sont en moyenne plus voisines du Soleil et animées de vitesses supérieures. Il y a lieu d'en conclure, d'après M. Stratton, que les étoiles prennent naissance près du plan de la Voie Lactée et s'en éloignent avec une vitesse croissante. M. H.-N. Russell croit pouvoir aller plus loin en s'appuyant sur cette remarque que la statistique partage les étoiles rouges en deux classes, les unes beaucoup plus éclatantes que le Soleil, les autres nettement plus faibles. Les premières (étoiles géantes) seraient les moins avancées dans l'évolution générale. Leur destinée serait de se contracter en s'échauffant, de devenir blanches, de perdre de la masse et de gagner de la vitesse. Elles redeviendraient rouges avant l'extinction finale. Ces corrélations sont précieuses pour guider les recherches, mais il convient sans doute d'attendre, avant de les tenir pour définitives, que leur degré de généralité soit mieux établi.

L'existence d'une analogie particulièrement étroite entre certaines étoiles et le Soleil s'est dégagée des travaux des observateurs de Potsdam. Ils ont trouvé que dans les spectres d'Arcturus et d'Aldébaran on peut observer le renversement partiel des raies H et K, c'est-à-dire la formation d'un trait brillant central, tel qu'on le rencontre dans les régions troublées du disque solaire.

La catégorie des étoiles doubles spectroscopiques, sans cesse enrichie par les travaux de l'Observatoire Lick et de l'Observatoire d'Allegheny, présente, au contraire, des phénomènes qui n'ont point d'analogues dans le Soleil. On connaît maintenant plusieurs exemples de ce fait, signalé d'abord pour δ Orion, que les raies du calcium ne suivent pas l'oscillation périodique de l'hydrogène et de l'hélium. Peut-être un nuage de calcium, indépendant de l'étoile, est-il interposé sur la ligne de visée. Dans les variables céphéides, comparées entre elles, M. Ludendorff a reconnu l'existence d'une proportionnalité entre les amplitudes des variations que subissent respectivement l'éclat et la vitesse radiale.

Il serait très utile, pour interpréter cette loi et d'autres semblables, de pouvoir apporter plus de précision dans la mesure des faibles éclats. Toutes les méthodes dans lesquelles il est fait appel au jugement de l'œil comportent un certain flottement d'origine physiologique. On cherche à substituer à l'opérateur un appareil de mesure rigoureusement impersonnel, infatigable et d'une sensibilité

supérieure. M. Stebbins a utilisé dans ce but la résistance variable que le sélénium offre au passage de l'électricité quand il est plus ou moins frappé par la lumière. Mais les résultats ne paraissent réguliers qu'à de basses températures. MM. Elster, Geitel, Guthnick ont tiré parti de la propriété qu'offrent certains métaux alcalins, comme le sodium et le cæsium, d'émettre, sous l'influence de la lumière, des corpuscules électrisés capables d'agir sur un électromètre. On est ainsi arrivé à rendre sensible une variation d'un millième dans l'éclat d'une étoile faible.

L'étude photographique de l'amas Messier 3, faite par le professeur Bailey, a montré l'existence dans ce seul groupe de 137 étoiles variables, toutes du même type, avec une période voisine de la moitié d'un jour. Les étoiles à transformation aussi rapide se rencontrent très rarement hors des amas. Il s'en est présenté cependant un nouvel exemple, celui de l'étoile RR Lyre, étudiée par M. Kiess.

Pour l'établissement d'un système homogène de grandeurs dans un catalogue photographique, on s'est servi avec succès, à l'Observatoire de Greenwich, d'un réseau de diffraction formé de fils métalliques tendus devant l'objectif de la lunette. Chaque étoile fournit alors une image centrale et une série d'images secondaires, situées de part et d'autre. Le rapport des éclats, pour les différents termes de la série, se calcule avec précision, si l'on a fait l'étude micrométrique du réseau, et rendu bien uniformes les intervalles pleins et vides. Chaque étoile brillante donne ainsi dans le champ une échelle de grandeurs à laquelle on rapporte les étoiles faibles. MM. Chapman et Melotte ont pu dresser ainsi, dans un cercle de 25′ de rayon autour du Pôle Nord, une liste complète jusqu'à la 15e grandeur et comprenant 262 étoiles.

L'étude, faite par M. J. Reynolds, de la répartition de la lumière dans la grande nébuleuse d'Andromède suggère qu'une forte partie de l'éclat de cette nébuleuse pourrait être due à une étoile centrale, trop enveloppée de matière diffuse pour nous apparaître sous son véritable aspect. Dans le spectre de cette même nébuleuse, généralement considéré comme continu avec quelques raies d'absorption, MM. Fath et Max Wolf signalent des lignes brillantes, et dans le spectre des étoiles Wolf-Rayet, caractérisé par des lignes brillantes, M. Max Wolf relève aussi les lignes des nébuleuses gazeuses. On est donc porté à croire que les raies brillantes sont un caractère général des nébuleuses proprement dites, qui n'empruntent pas de lumière aux étoiles, et que les étoiles Wolf-Rayet forment la transition entre les nébuleuses et les étoiles ordinaires.

Comment s'effectue ce passage ? M. Nicholson a cherché à le déterminer en soumettant à une analyse pénétrante les valeurs numériques des longueurs d'onde. Les seuls corps terrestres reconnus avec certitude dans les nébuleuses, ainsi que dans les étoiles Wolf-Rayet, sont l'hydrogène et l'hélium. Les autres raies que présente leur spectre, rebelles à toute reproduction dans le laboratoire, se distribuent en séries, et la constitution de ces séries permet de les attribuer à des formes modifiées de ces éléments simples. Le passage s'effectuerait par degrés discontinus, correspondant à des valeurs entières successives dans le nombre des électrons associés. La transmutation de la nébuleuse en étoile résulterait moins d'une concentration de la matière visible que d'un nouvel arrangement intra-atomique, inverse de celui que subit la matière radioactive dans le laboratoire et qui paraît avoir l'hélium pour terme final.

M. Nicholson, fidèle en cela à la tradition de W. Herschel et de Laplace, considère la nébuleuse comme une forme originelle de la matière, de préférence à l'étoile qui lui semble acheminée vers une structure plus complexe. On sera tenté d'envisager la marche inverse comme tout aussi probable si l'on porte son attention sur deux faits incontestés : l'irréversibilité pratique de la transformation radioactive et l'évolution constante des étoiles nouvelles vers l'état nébuleux. La réalisation artificielle du spectre des nébuleuses, si jamais elle devient possible, éclairera sans doute cette question, capitale pour la cosmogonie. Souhaitons de vivre assez pour être témoins de cette conquête, objet de tant de désirs.

P. Puiseux,
Membre de l'Institut,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

De Gramont, duc de Guiche (Armand), *Docteur ès sciences.* — **Essais d'Aérodynamique**, 4e *série.* — 1 *vol. in-4° de* 180 *pages avec 4 figures.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1914[1].

L'objet de ce quatrième volume est d'abord l'achèvement des expériences sur les actions mutuelles de plusieurs plans, invariablement liés, déplacés simultanément dans l'air, puis l'étude nouvelle des actions de l'air sur les surfaces *courbes*.

La voiture et les dispositions expérimentales n'ont pas été essentiellement modifiées. L'axe porteur des surfaces planes ou courbes a été seulement élevé à $3^m,28$ au-dessus du sol.

Pour avoir un montage plus rigide des surfaces à essayer, on a remplacé les fers en U par des montants creux en acier ayant pour sections des ellipses dont le grand axe, parallèle à la vitesse, mesure 90 millimètres et le petit 40 millimètres; un montant oblique fait fonction de jambe de force.

Les tubes transmetteurs de pression sont disposés comme antérieurement. Les manomètres ont été allongés à 80 millimètres, l'expérience ayant révélé, dans le cas des surfaces courbes, des dépressions pouvant dépasser la limite d'enregistrement des anciens appareils (55 millimètres). La méthode de mesure de la vitesse a été modifiée : par un procédé photographique, la vitesse est enregistrée d'une façon continue, en même temps que les pressions, sur le même cliché; cette méthode donne une précision plus grande.

I. *Interactions de plans équidistants.* — En se bornant à des plans parallèles invariablement liés entre eux, on peut faire varier la distance normale de ces plans et en même temps leur décalage. La première disposition essayée a été la disposition en gradins. Quand le plan le plus élevé est à l'avant, la disposition est qualifiée gradins droits; quand le plan le plus bas est à l'avant, on a les gradins renversés. La largeur des plans est de 12 centimètres et leur distance normale est de 2 centimètres ou de 4 centimètres. On avait, antérieurement (3e série), essayé les plans interrompus ou plans en tandem (distance normale *nulle*).

Pour les gradins droits, se dégage un fait inattendu relativement à la face *avant* ou face *inférieure* : à l'inverse de ce qui a lieu pour les plans en tandem, il n'y a pas reprise de pression sur la deuxième lame; le bord d'attaque de celle-ci est en dépression marquée, et la reprise sur la troisième lame est très faible lorsqu'elle est positive. Quand on passe de l'écart de 2 centimètres à celui de 4 centimètres, cette dépression ne fait qu'augmenter. A l'arrière, le phénomène se rapproche beaucoup de ce qui a été observé sur les plans interrompus.

Pour les gradins renversés, la distribution des pressions à l'arrière met en évidence un phénomène intéressant : à l'incidence de 8°, la dépression sur le deuxième et le troisième élément est considérable, *bien supérieure aux dépressions constatées sur le plan isolé de mêmes dimensions.* Cet accroissement de la dépression locale, sans modifications de la forme de la surface, semble offrir un grand intérêt : ainsi se trouve étendu aux surfaces le phénomène déjà constaté, dans des tubes de Venturi disposés en série, par des expériences connues[2].

II. *Surfaces courbes.* — Les surfaces étudiées, d'envergure uniforme : 170 centimètres, sont au nombre de *six*.

1° Surface mince à courbure circulaire de $1^m,30$ de rayon, corde de $1^m,20$.

2° Surface épaisse limitée par deux cylindres de révolution de $1^m,30$ et $2^m,52$ de rayon, la corde ayant encore $1^m,20$.

3° et 4° Réductions de la surface n° 2, l'une par homothétie, l'autre par fractionnement.

5° et 6° Ailes à profil asymétriques; la surface n° 5, proposée par le capitaine Couade, est très épaisse : elle a la face inférieure plane et un bord d'attaque assez tranchant; la surface n° 6 a la face inférieure concave et se rapproche des formes usitées en aviation.

La surface n° 1 a été étudiée d'une façon complète au moyen de lignes de pente et d'horizontales; on a alors pu dessiner les lignes d'égale pression comme pour les plans. Les autres surfaces ont été étudiées suivant une ou plusieurs lignes de pente seulement.

On a, chaque fois, et pour chaque angle, dessiné la poussée sur la face supérieure, sur la face inférieure et la poussée résultante. Les forces dessinées ne représentent pas l'action totale du fluide, car, comme le remarque l'auteur, il n'est pas tenu compte du frottement de l'air sur la surface. Cette question du frottement a été étudiée par M. Zahm dans le cas de certaines surfaces planes[1], et par M. Maurain[2] dans le cas de disques tournants de différentes textures; mais, dans les expérience actuelles, il s'agit de surfaces pour lesquelles les vitesses de glissement, variables aux différents points, devront être déterminées : c'est ce que se propose de faire l'auteur dans d'autres recherches.

Nous sommes obligé de renvoyer le lecteur au mémoire lui-même pour l'étude des nombreuses planches qui rendent compte, de la façon la plus claire, des résultats obtenus.

Cette quatrième série présente ainsi un ensemble d'expériences des plus intéressantes et des plus utiles. Elle répond pleinement aux espérances qu'avaient fait naître les précédentes séries. P. Appell,

Membre de l'Institut,
Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.

Turin (André), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Répétiteur de Physique industrielle à l'Ecole Centrale.* — **Les foyers de chaudières, leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes.** — 1 *vol. in-8° de* 408 *pages et* 461 *figures dans le texte.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris.*

Le présent volume fait suite à celui du même auteur intitulé *Alimentation des chaudières et tuyauteries de vapeur*, et en forme le complément. Les deux ouvrages constituent une étude d'ensemble sur la *Chaufferie moderne* et sur les conditions théoriques et pratiques qui président à la marche économique des appareils à vapeur. La meilleure utilisation des combustibles, c'est là un problème qui se présente sous de multiples aspects pour chaque industriel : celui-ci a-t-il plus d'intérêt à se servir du charbon qu'il a sous la main ou à en faire venir de meilleure qualité d'autres régions? Pour tirer parti de certains combustibles inférieurs, des procédés spéciaux d'insufflation ou d'aspiration des foyers ne lui sont-ils pas nécessaires? Comment, enfin, arrivera-t-il à réduire les frais de main d'œuvre et d'entretien qui, surtout dans les

[1] Voyez, pour les 3 premières séries, la *Revue générale des Sciences* des 30 août 1912, p. 639, et 15 avril 1914, p. 407.
[2] *Ann. des Mines* (Bourdon), sept. 1881 et *Bull. de l'Institut Aérot. de Saint-Cyr* (A. Toussaint et G. Lepère), 1913.

[1] *Phil. Magazine*, t. VIII, 1904.
[2] *Comptes rendus*, 7 janvier 1914.

chaufferies puissantes viennent grever le prix de la vapeur? Ne devra-t-il pas pour cela appliquer les foyers mécaniques et les moyens perfectionnés de manutention du charbon et des cendres?

Le livre de M. Turin est un excellent guide pour répondre à toutes ces questions : après une étude sommaire des combustibles, l'auteur examine à fond, au point de vue technique, tous les phénomènes de la combustion. Il passe ensuite immédiatement à la description de tous les appareils ou dispositifs adoptés en France ou à l'étranger.

Les foyers sont divisés en deux classes principales : foyers se chargeant à la main et foyers mécaniques. Les premiers, soit extérieurs, soit intérieurs, comportent un grand nombre de types plus ou moins améliorés pour éviter l'adhérence des mâchefers, comme les barreaux refroidis ou les grilles à mouvements, pour obtenir une combustion plus parfaite (chargements alternés, combustion renversée, admission d'air supplémentaire, chargeurs spéciaux, fumivores), pour faire varier la surface de grille, pour brûler les combustibles menus (grilles à gradins ou inclinées).

Parmi les foyers mécaniques, l'auteur étudie les catégories suivantes : foyers à grille, chaîne tournante, foyers à peltage, foyers dits « Coking Stoker », foyers à chargement renversé (Underfeed), foyers à grille inclinée ou à gradins.

Viennent enfin les chapitres relatifs aux foyers soufflés et aux moyens de tirage par cheminée, par ventilateur, et par soufflerie de vapeur, ainsi que la description de tous les modes de manutention du charbon et des dispositions générales d'aménagement des chaufferies pour l'emmagasinage d'abord, l'alimentation des grilles ensuite et l'enlèvement des cendres et des mâchefers. Après avoir consacré quelques chapitres aux foyers pour combustibles spéciaux, solides, liquides et gazeux, M. Turin donne, en terminant, quelques détails pratiques sur le briquetage, la fabrication des briques et leur mise en œuvre, et sur les appareils de contrôle appliqués sur toutes les chaudières.

On le voit par la brève énumération qui précède, cet ouvrage résout clairement et avec force détails tous les problèmes qu'un industriel sera amené à se poser pour améliorer son prix de revient, en dépit de la cherté du charbon et des difficultés toujours croissantes de la main-d'œuvre.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

Crémieux (Maxime), *Ingénieur en chef de l'Artillerie navale.* — **Les poudres de marine.** (BALISTIQUE INTÉRIEURE APPLIQUÉE.) — 1 *vol. in-8° de* 376 *pages avec figures* (*Prix* : 10 *fr.*) *A. Challamel, éditeur*, 17, *rue Jacob. Paris*, 1914.

L'ouvrage de M. l'ingénieur en chef Crémieux vient enrichir fort heureusement la partie de la bibliographie française qui traite des poudres de guerre. Encore que cette dernière se soit augmentée de quelques ouvrages au cours des années écoulées depuis 1907, elle n'en demeure pas moins encore très pauvre, eu égard à l'importance du sujet. On doit d'ailleurs noter que la totalité des ouvrages récents qui ont traité cette question n'ont eu en vue que son côté chimique. Les problèmes relatifs à l'utilisation pratique des poudres de guerre étaient, par contre, complètement délaissés. Or, si les poudres doivent être fabriquées de manière à donner une sécurité d'emploi aussi grande que possible, il convient cependant de ne pas perdre de vue qu'elles sont avant tout destinées à être tirées dans les bouches à feu.

L'ouvrage de M. Crémieux, traitant surtout de l'utilisation des poudres colloïdales dans les bouches à feu à grande puissance de l'Artillerie navale, répond au *desideratum* précédent. Sans être muet sur les questions si importantes de la stabilité balistique, il met cependant au premier plan l'étude des effets balistiques dans les bouches à feu et la détermination de leurs conditions de chargement. A cet égard, il n'est pas sans intérêt de signaler que cet ouvrage constitue le premier traité de Balistique intérieure expérimentale publié dans notre pays.

L'ouvrage est divisé en trois parties : 1° propriétés générales ; 2° effets balistiques dans les bouches à feu ; 3° détermination des conditions de chargement.

La première partie traite des propriétés générales des poudres progressives et de l'étude des lois de la combustion qui ont conduit à l'adoption des poudres colloïdales, à la notion de la force du coefficient de vivacité, du module de progressivité en vase clos. Elle donne des notions succinctes sur la calorimétrie, l'analyse des gaz de la combustion et sur la fabrication des poudres. Elle résume l'exposé des notions acquises sur l'influence des agents de décomposition, les épreuves de vérification et l'étude des variations corrélatives du taux des produits volatils et du coefficient de vivacité.

La deuxième partie traite des effets balistiques dans les bouches à feu. Elle renferme un exposé critique des travaux de M. le général Gossot et de l'ingénieur en chef des poudres Liouville, l'établissement des formules qui relient les données du chargement aux effets balistiques en vue de la solution des problèmes usuels de la Balistique intérieure. Les notions qui suivent sur le mode de combustion des poudres dans les armes, le développement des pressions, la poudre du maximum, le module de vivacité, la sensibilité des bouches à feu, leur régularité, la précision des mesures, sont illustrées d'un très grand nombre de résultats expérimentaux. On y étudie ensuite les variations périodiques et permanentes des poudres, la recherche de leur cause, la gravité de leurs inconvénients pour le tir de bord, et les moyens d'y remédier par la fabrication de poudres à faible coefficient d'émission et par leur conservation en récipients hermétiques. A cette occasion, nous aurions aimé voir l'auteur se livrer à une critique un peu plus serrée de la définition du lot moyen. Plusieurs chapitres sont consacrés à la comparaison balistique des poudres tubulaires, des poudres étrangères à la nitrocellulose pure et à la nitroglycérine, balistites, cordites, etc.

La troisième partie traite, suivant des vues personnelles, de la détermination des conditions de chargement des bouches à feu, c'est-à-dire de la vivacité de la poudre et du poids de la charge, en vue de la réalisation d'un effet balistique donné, d'après les résultats balistiques des poudres de l'indice dans un canon éprouvette. Elle résume l'exposé des méthodes peu précises anciennement employées et critique les méthodes plus récentes basées sur la comparaison des différences des vitesses qui caractérisent respectivement les poudres de vivacités différentes tirées dans le canon éprouvette et le canon d'emploi.

Dans ce but on y traite l'étude de la détermination directe de la loi de correspondance des vitesses et des pressions des poudres des différentes vivacités tirées dans l'une et l'autre bouche à feu. A l'aide de nombreux résultats de tir, on y fait ressortir la concordance satisfaisante entre la théorie et l'expérience concernant la forme théorique et la forme expérimentale des courbes qui relient les vitesses obtenues dans l'un et l'autre canon, et les raisons des défauts de concordance parfois constatés. Ces considérations conduisent à une méthode générale simple, fondée sur la relation finie qui lie ces éléments, et à l'exposé de précautions à prendre pour son emploi. Il est donné ensuite une série d'exemples, appuyés de résultats expérimentaux, sur la détermination des conditions de chargement des principales bouches à feu de la Marine française.

Le travail se termine par d'importantes considérations sur les conditions de recette des poudres par le tir, si étroitement liées aux conditions d'emploi dans les canons auxquels elles sont destinées, et par les

diverses méthodes susceptibles de consacrer cette liaison. On y fait ressortir les inconvénients de la multiplicité des éprouvettes, pour les épreuves des poudres épaisses, et la possibilité de généraliser l'usage d'un canon éprouvette unique de moyen calibre, mesure qui permet de concilier l'économie et la précision et qui a été déjà partiellement admise, sur l'initiative de l'auteur.

Le choix judicieux des nombreux problèmes d'ordre pratique traités par M. Crémieux, joint à la clarté de son exposition, rendent la lecture de l'ouvrage des plus attrayantes. Sa place nous paraît marquée dans la bibliothèque de tous ceux, officiers et ingénieurs, qui ont a s'occuper de l'emploi des poudres colloïdales dans les bouches à feu et de l'étude des conditions de chargement de ces dernières.

2° Sciences physiques

Zeeman (P.), *Professeur de Physique expérimentale à l'Université d'Amsterdam.* — **Researches in Magneto-Optics, with special reference to the magnetic resolution of spectrum lines.** — 1 *vol. in*-8° *de* 219 *pages avec* 74 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Macmillan et Cie. Londres*, 1914.

Il y a des phénomènes si importants en eux-mêmes, et par leurs conséquences, que l'étude de leur développement remplit aisément un volume; c'est le cas de l'ouvrage que M. Zeeman a fait paraître récemment en Anglais sous le titre de *Recherches magnéto-optiques.* A la perfection typographique des publications anglaises, ce livre a l'avantage de joindre la plus grande simplicité d'exposition et le continuel souci d'aborder les questions les plus difficiles, sans entraîner le lecteur dans des considérations mathématiques ou techniques que les spécialistes seuls liraient vraiment avec fruit; cela, bien entendu, sans sortir du cadre scientifique le plus sérieux.

Après une révision simple et claire des procédés capables de déceler des variations délicates dans les fréquences des raies spectrales, l'auteur reprend, à partir de leur origine, les idées de Faraday au sujet des relations entre le magnétisme et la lumière. Aux découvertes de Faraday et de Kerr, il ajoute celle qui porte son nom et qui vint à son heure. Précisément au moment où les spéculations de la Physique se portaient de l'étude des milieux continus à celle des phénomènes atomiques, elle fit presque passer au second rang les phénomènes rotatoires de Faraday, relatifs au milieu, vis à vis du déplacement magnétique des raies d'émission, qui met en évidence la déformation imposée aux systèmes atomiques vibrants par un champ magnétique extérieur.

Les lecteurs rencontreront avec intérêt, après un intervalle de près de vingt ans, si fécond pour la physique électro-magnétique, le texte des premiers mémoires où M. Zeeman exposait sa découverte.

Aux constatations initiales, apportant, dans les cas simples, une confirmation si brillante aux idées alors neuves de M. H. A. Lorentz, succédèrent des complications qui déroutent encore aujourd'hui les théoriciens. La décomposition magnétique des raies du spectre s'effectue souvent d'une façon très complexe; peut-être l'intervention d'agents, tels que les très basses températures ou les champs magnétiques très intenses, permettra-t-elle de simplifier les phénomènes et de les ramener à des apparences plus faciles à interprêter.

Le chapitre consacré à la Physique solaire montre, une fois de plus, combien chaque nouveau phénomène, découvert dans le monde des atomes, ouvre rapidement de nouveaux horizons à la Physique de l'univers. Les pages relatives à la classification en séries des raies spectrales, à l'allure magnétique des raies de chaque série, à la comparaison des caractères spectraux et de la table périodique des éléments marquent des étapes dans la voie qui conduira à relier la structure des atomes aux modes vibratoires qu'ils sont susceptibles d'adopter; c'est là où les spectres de très haute fréquence fourniront des renseignements précieux.

Le lecteur que cet ouvrage aura intéressé aux développements récents des phénomènes qui relient le magnétisme et la lumière par l'intermédiaire des vibrateurs atomiques, trouvera des mises au point nouvelles dans la prochaine publication des conférences de la Société Française de Physique; à cet égard, il faut surtout signaler les exposés de MM. Cotton et Mouton et de M. Jean Becquerel.

MAURICE DE BROGLIE.

Guyau (Augustin), *Docteur ès Sciences.* — **Le téléphone instrument de mesure. Oscillographie interférentielle.** — 1 *vol. in*-16 *de* 150 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.* 75.) *Gauthier-Villars. Paris*, 1914.

L'ouvrage de M. Augustin Guyau est à la fois une monographie du téléphone employé comme instrument de mesures électriques et le résumé d'une thèse de l'auteur sur l'application du téléphone à la construction d'un oscillographe interférentiel dont le principe avait été indiqué dès 1899 par Cauro.

Après avoir résumé dans le chapitre Ier les notions théoriques sur le téléphone considéré comme reproducteur de sons, M. Guyau étudie, dans le second chapitre, les applications à diverses mesures électriques et donne les conditions mathématiques qui règlent l'emploi.

Les deux chapitres suivants sont consacrés à l'oscillographe interférentiel, et le chapitre V à l'application à l'étude des membranes téléphoniques. Il ne semble pas que, malgré l'étude très consciencieuse de l'auteur, cet appareil soit capable de prendre une place importante dans les laboratoires. Cependant, comme les mesures sur les membranes téléphoniques sont des plus délicates, il faut tenir compte d'un dispositif qui permet une analyse très détaillée de leur mouvement.

L'auteur a surtout étudié dans ce petit ouvrage la partie mathématique; il faut espérer qu'il se servira de l'instrument qu'il a créé pour apporter des données expérimentales certaines qui font actuellement bien défaut dans cette question. H. ARMAGNAT.

Tilden (Sir William A.), *F.R.S.* — **The Progress of scientific Chemistry in our own times** (LES PROGRÈS DE LA CHIMIE SCIENTIFIQUE A NOTRE ÉPOQUE, AVEC NOTES BIOGRAPHIQUES). 2e *édition.* — 1 *vol. in*-8° *de* 354 *pages* (*Prix cart.* : 9 *fr.* 50.) *Longmans, Green and Co*, 39, *Paternoster Row. Londres*, 1913.

Le savant membre de la Société royale de Londres vient de donner une deuxième édition de son excellente vue d'ensemble sur les progrès de la Chimie scientifique à notre époque, parue en 1899. Elle contient de nombreuses additions. Le développement de nos connaissances sur la radioactivité, les propriétés du radium, la désintégration de son atome et, d'une façon générale, l'évolution des éléments ont été traités longuement et clairement. Il en est de même des questions toutes récentes agitées en Physicochimie, comme celle des chaleurs spécifiques, de l'équilibre, qui viennent de réaliser de sensibles progrès.

En outre des chapitres consacrés aux récentes acquisitions de la science chimique, la deuxième édition contient encore une innovation intéressante. Dans le but de faire connaître au lecteur non seulement les noms des maîtres de la pensée scientifique, mais encore les rapports entre leurs découvertes et le progrès général de la science, l'auteur a cru nécessaire d'ajouter à chaque chapitre une série de notes biographiques. Chacune de ces notes contient une esquisse rapide de la vie et de l'œuvre de tout chimiste ayant contribué, d'une façon notable, aux progrès accomplis, ainsi que des renseignements biographiques permettant au lecteur de compléter, autant qu'il est possible, sa documentation sur ce même savant. Les chimistes vivants ont été traités plus sobrement.

Comme le savent tous ceux qui ont parcouru la première édition, l'auteur a su faire, dans le champ immense des matériaux qui se présentent à l'esprit, un choix heureux qui donne une idée suffisamment claire des découvertes qui ont joué un rôle fondamental, sans créer de confusion par l'abus des détails.

Cet ouvrage est particulièrement recommandable, non seulement aux étudiants en chimie pour lesquels il a été écrit, mais encore aux philosophes et à toutes les personnes cultivées qui veulent avoir une vue d'ensemble des progrès réalisés par la Chimie depuis 1837 et comprendre clairement comment notre système chimique actuel s'est dégagé peu à peu de l'ordre antérieur des choses.

CAMILLE MATIGNON,
Professeur au Collège de France.

Harden (A.), *Directeur du Service de Chimie biologique à l'Institut Lister.* — **Fermentation alcoolique.** — 1 *vol. in-8° de la collection des* MONOGRAPHS ON BIOCHEMISTRY. (*Prix* : 5 *fr.*) *A. Hermann et fils. Paris*, 1914.

M. le Professeur Dastre a eu l'heureuse idée de faire paraître dans la collection des *Questions biologiques actuelles* une édition française de l'excellent traité du savant anglais.

L'auteur, bien connu pour ses recherches sur la fermentation alcoolique, a fait œuvre des plus utiles en condensant sous une forme précise, mais suffisamment détaillée, l'état de nos connaissances sur cette fermentation importante entre toutes.

M. Harden, directeur du Laboratoire de Chimie biologique au célèbre Institut Lister, était tout qualifié pour nous faire connaître les diverses phases de la transformation des matières sucrées en alcool. Tous ceux qui suivent ses travaux n'ont pas de peine à s'apercevoir que c'est l'œuvre d'un homme de laboratoire, que c'est un livre vécu, ce qui ne fait qu'en doubler la valeur.

Dans le premier chapitre, nous trouvons un historique détaillé et complet des diverses théories qui ont eu cours, depuis celles des alchimistes et de la doctrine phlogistique, en passant par Lavoisier, Stahl, Gay-Lussac, Cagniard-Latour, Schwann, Kützing, Liebig, jusqu'à la théorie vitale de Pasteur et la théorie diastasique de Buchner; les diverses conceptions sont exposées avec beaucoup d'humour.

Dans le deuxième chapitre, l'auteur nous parle de la découverte de la zymase; il fait ressortir les divers arguments en faveur de la théorie diastasique et de la théorie protoplasmique de fermentation; il fait voir les variations du pouvoir fermentatif du suc de levure, les rapports existant entre le suc fermenté et l'alcool, l'influence de la concentration sucrée, des antiseptiques, etc.

Dans son troisième chapitre, l'auteur met en lumière le rôle important des phosphates, tel qu'il résulte de ses expériences avec M. Young.

Le quatrième chapitre a trait aux propriétés du suc bouilli (co-ferment). Nous voyons comment ce suc se compose de deux parties : l'une filtrable à la bougie de porcelaine, l'autre arrêtée par cette bougie. Chacune prise isolément est incapable de faire fermenter le glucose, tandis que les deux réunies le font. Ces propriétés curieuses du suc bouilli, dues à la richesse en phosphates et signalées par Harden et Young, ont été reconnues exactes, notamment par des recherches ultérieures de Buchner et de Klatte.

Dans un cinquième chapitre, nous étudions le rôle des agents accélérateurs et retardateurs sur le suc de levure. L'auteur nous montre que, pendant que les phosphates sont indispensables, les arséniates ont surtout pour effet d'augmenter la vitesse de libération du phosphate, d'accélérer l'action hydrolysante de l'hexosephosphatase.

Les produits accessoires de la fermentation alcoolique (alcools supérieurs, glycérine, acide succinique) font l'objet du sixième chapitre; la production des alcools conformément aux recherches d'Ehrlich y est très bien expliquée : ce sont les produits de la levure vivante, en présence de sucre fermentescible : on n'en obtient pas par la zymine ni par le suc de levure.

La grande variété des bouquets rencontrés dans les produits de la fermentation alcoolique (vins, rhums, cognacs) peut être attribuée à la grande variété des protéiques dans les matériaux initiaux ou provenir dans certains cas de la levure elle-même; nous comprenons le rôle prépondérant des amino-acides dans cette production.

Le chapitre VII se rapporte aux phénomènes chimiques de la fermentation; l'auteur passe en revue les diverses hypothèses sur la formation de corps intermédiaires entre le sucre et l'alcool, avec un sens critique parfait; nous apprenons à connaître les schémas proposés par Baeyer, Buchner et Meisenheimer, Wohl, Loeb et Schade.

Depuis la publication de l'édition anglaise, nous devons signaler les recherches de Kostytscheff, de Neuberg et Karczarg sur le rôle de l'acide pyruvique et de l'aldéhyde ordinaire; il aurait été utile que le traducteur français les eût fait connaître par une petite note additionnelle.

Dans le dernier chapitre, M. Harden nous parle du mécanisme de la fermentation alcoolique; il compare les vitesses de fermentation en présence de levure vivante, de la zymine et du suc de levure sous diverses conditions et discute les hypothèses émises; de nouvelles recherches sont nécessaires.

L'ouvrage est terminé par une excellente bibliographie qui, malgré quelques lacunes, sera des plus utiles à consulter.

Ce livre se distingue par un plan bien conçu, un style précis et captivant; sa lecture rendra de grands services à tous ceux qui s'occupent de fermentation. Il est superflu de souhaiter du succès à un tel ouvrage, il l'aura sans difficulté. Il constitue un digne pendant de l'ouvrage de Bayliss, de la même collection, sur les actions diastasiques, dont la troisième édition anglaise vient de paraître.

E. KAYSER,
Directeur du Laboratoire de Fermentation
à l'Institut national agronomique.

3° Sciences naturelles

Wildeman (Em. de), *Directeur du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles.* — **Études sur la flore du Katanga.** (*Annales du Musée du Congo belge. Botanique. Série IV, vol. II.*) — 1 *vol. in-4° de* 180 *pages, avec* 19 *planches. Misch et Thron. Bruxelles*, 1914.

Le Katanga est la région qui, dans le sud-est du Congo belge, avoisine la Rhodésie; il occupe, par rapport à cette Rhodésie, le versant opposé de la crête qui sépare le bassin du Congo de celui du Zambèze. Déjà éloigné de l'équateur, puisqu'il se trouve vers le dixième degré de latitude S., il est surtout constitué par de hauts plateaux qui s'élèvent jusqu'à 1.500 mètres, et les saisons y sont nettement marquées, la saison des pluies s'étendant de mi-octobre à mi-avril, et les six autres mois correspondant à la saison sèche. C'est, en général, la savane et la brousse; et le terrain, plutôt dur, est argileux, avec sous-sol schisteux. Il offre des ressources minières. Au point de vue agricole, ce serait surtout avec le Tanganyka et la Rhodésie que le Katanga présenterait certaines analogies; et c'est pourquoi, depuis un certain temps déjà, les Belges s'efforcent d'en faire un centre de colonisation qu'ils voudraient comparable à celui que devient la Rhodésie.

Parallèlement à cet effort, et pour faciliter, le jour venu, l'exploitation méthodique du sol, en faisant dès maintenant connaître ses grandes caractéristiques de végétation, M. de Wildeman, depuis plusieurs années aussi, a entrepris l'étude de la flore du pays. Dès 1910, il publiait à ce sujet une première note, à laquelle depuis lors, en 1913 et 1914, deux autres ont succédé. Le volume que nous annonçons aujourd'hui est, d'autre

part, le premier fascicule illustré de cette flore; il est édité dans le format où, sous les auspices du ministère des Colonies de Belgique, le même auteur a déjà publié de si beaux travaux sur les plantes du Moyen et du Bas-Congo. De nombreuses planches accompagnent le texte. C'est donc la suite de cette superbe collection d'ouvrages que nous devons à la grande activité scientifique de l'éminent Directeur du Jardin botanique de Bruxelles. Elle sera accueillie avec la même faveur que ces publications antérieures par tous les botanistes qui s'intéressent à la flore exotique; et ce sera justice.

HENRI JUMELLE,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Coupin (H.), *Docteur ès sciences.* — **Comment on collectionne les fleurs, les bêtes, les pierres.** — *1 vol. in-12 de 156 pages avec 100 figures. (Prix : 1 fr. 50.) Librairie Armand Colin. Paris*, 1914.

Dans cet opuscule, l'auteur indique en toute simplicité comment l'on peut mettre en collection les objets d'histoire naturelle qu'il est si facile de récolter partout, de la plaine à la montagne, du ruisseau à la mer. Il donne, avec le minimum de détails et le maximum de clarté, les renseignements indispensables, débarrassés des conseils oiseux et des formules désuètes. On regrettera seulement la place si minime accordée à la Géologie et l'omission de ce qui concerne la Minéralogie.

L'auteur proteste avec raison contre le ridicule dont on entoure parfois les collectionneurs. On a tort, car, notamment dans les sciences naturelles, rien n'est plus propre à faire connaître aux chercheurs une multitude de faits qui augmentent peu à peu leur instruction générale dans de grandes proportions. L'opuscule de M. Coupin contribuera utilement à ce but.

Bonnet (Amédée), *Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.* — **Les problèmes de la détermination du sexe.** — *1 vol. de 348 pages avec 31 figures en noir et en couleurs. Rey, éditeur. Lyon*, 1914.

Le travail de M. Bonnet est une revue générale des connaissances acquises sur la question de la détermination du sexe; il a cherché à rassembler aussi complètement que possible et à analyser les très nombreux mémoires publiés sur ce sujet, qui a été abordé par toutes sortes de méthodes : par l'expérimentation (essais de modification de la proportion sexuelle normale d'une espèce ou du sexe d'un individu), par la statistique (proportions des sexes chez des espèces en rapport avec des conditions variées), par l'étude cytologique (constitution chromosomique des œufs et des spermatozoïdes), par voie d'observation déductive (polyembryonie, parthénogenèse, etc.); mais ces méthodes sont évidemment de très inégale valeur.

La revue de M. Bonnet envisage bien avec exactitude toutes les faces du problème si complexe de la sexualité, mais il me semble que son mode d'exposition n'est pas toujours très logique : en un endroit, il résume ce que l'on sait sur les chromosomes sexuels, puis, plus loin, dans un autre chapitre, il examine l'hypothèse d'une transmission mendélienne du sexe et enfin le mode d'hérédité des caractères *sex-linked*. Il n'y avait pas de raison pour disjoindre ces trois parties, car, comme le fait justement remarquer Goldschmidt, c'est la même conception exprimée en deux langues différentes : on a pensé d'abord à une transmission mendélienne, en raison de la régularité de la proportion des mâles et des femelles (Mendel y avait déjà songé, voir ses Lettres); cette hypothèse, d'abord un peu vague, s'est trouvée ensuite en parfait accord avec la découverte des hétérochromosomes; et la signification de ceux-ci a été comme vérifiée par la découverte des caractères à hérédité liée au sexe. Une conséquence nécessaire de cet ensemble est la détermination syngame du sexe (c'est-à-dire coïncidant avec la fécondation), et je ne vois pas bien pourquoi M. Bonnet considère celle-ci comme une rareté, alors qu'elle est très probablement la règle, au moins dans certains groupes.

La bibliographie copieuse qui termine l'ouvrage pourra être utile pour des recherches, car elle est très suffisamment complète; néanmoins, le travail de Mulsow (1912) sur le Nématode *Ancyracanthus* est omis, et il n'en est pas question non plus dans le texte; c'est cependant le plus clair exemple que l'on connaisse d'hétérochromosomes déterminants du sexe, et l'un de ceux qui a été le mieux étudié.

Les conclusions de cette revue sont, volontairement sans doute, un peu imprécises; il y aurait eu intérêt, cependant, à résumer d'une façon très nette les acquisitions certaines et leurs preuves, en particulier la détermination progame ou syngame constante, triplement démontrée par l'expérimentation, les faits de polyembryonie et l'existence des hétérochromosomes; on peut y ajouter comme hautement probable la détermination de la tendance sexuelle des gamètes par des facteurs internes (nucléaires ?), ce qui est bien probablement le processus général, prouvée par l'étude cytologique et le fait que les animaux obtenus par parthénogénèse expérimentale ont néanmoins un sexe; la conception du sexe somatique avec valeur *m/f* ou *m* des mâles, *f/m* ou *f* des femelles suivant les groupes, mise en lumière par les expériences de transmission héréditaire, et les belles recherches de G. Smith sur la castration parasitaire des Arthropodes, etc. Ce sont là des conceptions intéressantes, qu'il est permis évidemment de regarder comme provisoires, mais qui ouvrent des voies nouvelles à la recherche; sans doute, M. Bonnet en parle plus ou moins dans le corps de son travail, mais il n'aurait pas été mauvais de les présenter sous une forme concentrée dans les conclusions. Un peu de dogmatisme ne messied pas, parfois, surtout dans une revue.

L. CUÉNOT,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Danne (J.), **Giraud** (P.), **Coutard** (H.) et **Danne** (G.). — **Conférences de Radiumbiologie faites à l'Université de Gand en 1913.** — *Un vol. in-8° de 214 pages avec figures. (Prix : 6 fr.) L. Severeyne, éditeur, 34, rue Botanique. Bruxelles*, 1914.

A l'occasion de l'Exposition universelle de Gand, en 1913, M. Jacques Danne avait organisé à l'Université de cette ville une série de quatre conférences sur la Radiumbiologie qui eurent un grand succès. Ces conférences sont aujourd'hui réunies en un volume.

Deux d'entre elles (L'émanation du radium, propriétés, production, techniques, par M. Jacques Danne; L'instrumentation en radiumthérapie, par M. Gaston Danne[1]) ont traité la question au point de vue purement physique, tandis que le côté médical était exposé dans les deux autres (Applications médicales du rayonnement du radium, par M. Paul Giraud; Applications médicales de l'émanation du radium et des corps radio-actifs autres que le radium, par M. Henri Coutard).

Au volume, M. H. Coutard a ajouté une bibliographie de la radiumbiologie, depuis les origines jusqu'à la fin de 1913. Elle est divisée en 9 grands chapitres : Caractères biophysiques et biochimiques des substances radio-actives; effets biologiques généraux; action sur la cellule et les tissus; action sur les micro-organismes; physiologie végétale, physiologie animale; clinique, technique; traités généraux; et ne comporte pas moins de 62 pages de petit texte.

Cet ensemble constitue un ouvrage de référence de grande valeur pour tous ceux qui s'occupent des applications biologiques du radium.

[1] Cette conférence a été publiée dans la *Revue* du 15 août 1913, p. 581.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Juillet 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Stoïlow** : Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes. — M. **Kr. Birkeland** explique les principaux phénomènes de la lumière zodiacale en supposant que le Soleil émet de la matière radiante et, en abondance, des électrons, et que tous ces corpuscules se groupent autour de l'équateur magnétique solaire.

2° Sciences physiques. — M. **Pierre Sève** décrit un dispositif permettant l'emploi du courant alternatif à la transmission des indications d'appareils dont l'index peut effectuer des rotations complètes. Ce dispositif s'applique particulièrement bien à la distribution civile de l'heure. — M. **A. Blondel** rappelle qu'il a réalisé longtemps avant M. Beauvais le dispositif de chronographe électrique avec microgalvanomètre enregistreur. — M. **H. Giran** a déterminé par l'analyse thermique la composition de l'hydrate de brome, qui répond à la formule $Br^2 + 8H^2O$. L'analyse chimique a confirmé ensuite ce résultat. — M. **G. Chaudron** a étudié les réactions réversibles de l'eau sur le fer et l'oxyde ferreux. Aux températures comprises entre 300 et 1.000°, il y a deux séries d'équilibres admettant les phases solides suivantes : 1° fer et oxyde ferreux; 2° oxyde ferreux et oxyde magnétique. — M. **F. Taboury** a constaté que, dans les cuves à galvanisation dont le zinc reste à une température un peu supérieure à son point de fusion pendant plusieurs mois, il se dépose des cristaux de composition identique à celle des cristaux mixtes à 7,3 °/₀ de fer indiqués par Vegesack. Ceux-ci sont pris dans une masse constituée par du zinc. — M. **A. Sénéchal** montre que la dissociation progressive du sulfate de chrome à 14 H^2O donne des sels qu'on peut classer en deux groupes. Le premier contient au moins trois espèces définies, à 14, 6 et 3 H^2O, qui se recombinent avec l'eau et dont les volumes moléculaires peuvent se déduire rigoureusement les uns des autres en appliquant une règle d'additivité. Le second groupe contient le sulfate anhydre brun et les produits de la déshydratation du sulfate à 3 H^2O; il est difficile de distinguer parmi eux l'existence d'espèces définies. — MM. **Ph.-A. Guye** et **F. Germann** ont constaté qu'un échantillon d'argent dit pur contient encore un certain volume de gaz constitué par 4/5 d'O et 1/5 de CO. Un échantillon d'argent dit très pur contenait du CO et des traces d'eau. — MM. **Th.-W. Richards** et **M.-E. Lembert** ont déterminé le poids atomique de divers échantillons de plomb d'origine radio-active et ont trouvé des nombres inférieurs au poids atomique du plomb ordinaire, ce qui confirme la théorie des transformations radio-actives. — M. **M. Delépine** est parvenu à dédoubler les iridotrioxalates en leurs constituants optiquement actifs par cristallisation fractionnée de leurs sels de strychnine. Ces sels présentent également une dispersion rotatoire anomale. — M. **A. Duffour** a observé, dans des solutions mixtes de bichromate de K et d'Am, le dépôt de lamelles monocliniques, à 32-35 °/₀ de sel ammoniacal, sur lesquelles viennent s'accoler des cristaux tricliniques, sous forme de prismes allongés, à 22-25 °/₀ de sel ammoniacal. C'est la face de clivage facile g^1 des cristaux tricliniques, qui coïncide avec la base p des cristaux monocliniques. — M. **C. Gaudefroy** a constaté que les figures constituées par l'hémihydrate qui prennent naissance par la première déshydratation du gypse ne changent pas de forme quand on les chauffe jusqu'à 200° et au-dessus; leur biréfringence reste positive. Toutefois, leur composition est alors devenue celle du sulfate anhydre soluble. — M. **H. Gault** montre que, sous l'influence des agents d'hydrolyse et d'alcoolyse, la chaîne cétolactonique de la lactone oxalocitrique s'ouvre ou non, avec départ simultané de CO^2, suivant qu'on effectue la réaction à 180-200° ou à 100-120°. Dans le premier cas, il se forme de l'acide tricarballylique, dans le second de l'acide coumaline-6-carbonique. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** ont étudié le dédoublement catalytique de l'acide benzoïque. En présence de Cu réduit, des oxydes de Cd, Ti, Zn, il se forme CO^2 et du benzène pur. En présence de carbonate de Li ou de Ca ou de MnO, il se produit, à côté de cette première réaction, un dédoublement en CO^2 et benzophénone. Ni et NiO donnent CO^2, H et des produits de déshydrogénation du benzène. — M. **A. Gascard** a isolé de la cire de *Tachardia lacca* un éther-sel résultant de la combinaison d'un alcool, le laccérol, $C^{32}H^{66}O$, F.88°, et d'un acide, l'acide laccéroïque, $C^{32}H^{64}O^2$, F.95°-96°. — MM. **A. Desgrez** et **R. Moog** proposent une modification de la méthode de dosage de l'urée basée sur sa décomposition par le réactif de Millon. De la terre d'infusoires, ajoutée au réactif, joue le rôle d'un véritable catalyseur et accélère la décomposition de l'urée en la rendant complète dès 17°. — M. **R. Fosse** décrit un procédé d'analyse quantitative gravimétrique de petites quantités d'urée pour des dilutions supérieures à 1/1.000 au moyen de sa précipitation par le xanthydrol. — MM. **V. Vermorel** et **E. Dantony**, en versant un excès de chaux dans une solution de sulfate de cuivre, ont obtenu, suivant la vitesse d'affusion de cette chaux, soit des hydrates de cuivre bleus, soit des sulfates basiques de cuivre verts. Dans le premier cas, il se forme surtout de l'hydrate stable de Péligot. Les bouillies bordelaises alcalines, contrairement à l'opinion classique, contiennent toutes, au moment de leur emploi, du cuivre à l'état dissous. — MM. **F. Jadin** et **A. Astruc** ont déterminé les quantités d'As et de Mn contenues normalement dans quelques produits végétaux servant d'aliments aux animaux. — M. **J. Giaja** montre que l'hydrolyse de l'amygdaline par l'émulsine d'amandes, aussi bien que par le suc digestif d'*Helix pomatia*, est le résultat de deux actions fermentaires accouplées : une primaire et une secondaire.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Piéron** a constaté que la loi de décroissance des temps de latence sensorielle de l'œil est la même, à l'obscurité, pour le rayonnement total et pour les radiations bleues; à la lumière, pour le rayonnement total et pour les radiations rouges. — MM. **P. Delbet** et **A. Beauvy** ont observé que le pouvoir hémolytique global du sérum sanguin diminue sous l'action des rayons ultra-violets, sans que son état physico-chimique, observé à l'ultramicroscope, change pendant ce temps. — MM. **G. Marinesco** et **J. Minea** démontrent l'existence de spirilles vivants et virulents dans le liquide céphalo-rachidien du paralytique général; la paralysie générale juvénile due à la syphilis héréditaire constitue une spirillose en activité. — M. **C. Levaditi** a reconnu que le virus rabique, cultivé avec les éléments des ganglions spinaux, de la moelle ou de la corne d'Ammon, garde son activité pathogène pendant vingt-trois à cinquante-trois jours. Le virus reste attaché aux tissus; on ne le retrouve pas dans le plasma qui environne, même de près, les fragments. — Mme **M. Phisalix** montre que

le crapaud, l'orvet et les couleuvres tropidonotes, comme la grenouille, les poissons et la tortue mauritanique, sont réfractaires à la rage expérimentale communiquée par l'inoculation de virus fixe, et que les exceptions présentées par la salamandre terrestre et la vipère aspic tiennent à ce que ces animaux sont intoxiqués par leur substance nerveuse et par celle du lapin, que cette dernière soit saine ou rabique. — **M. Y. Delage** signale la capture, sur la côte du Finistère, d'un *Luvarus imperialis*, animal fort rare dans ces parages. — **M. P. Mazé** montre que les lois de l'osmose ne participent pas, d'une manière sensible, aux échanges qui s'effectuent entre les racines des plantes et la solution nutritive. — **M. H. Douvillé** estime qu'aux premières époques géologiques les chlorures, iodures et fluorures alcalins, volatils dans l'atmosphère terrestre, se sont condensés en véritables mers, sous une pression de 300 atmosphères, avant que l'eau ne se soit précipitée. — **M. J. Deprat** montre que la construction des lignes de chemin de fer projetées de Yun-nan-fou au Sseu-tchoan rencontrerait des difficultés très grandes et nécessiterait plus tard un entretien difficile et constant, par suite de la mobilité des terrains et de l'intensité de l'érosion dans ces régions.

Séance du 27 Juillet 1914.

1° Sciences mathématiques. — **Mlle Th. Tarnarider** : Sur la meilleure approximation de $x^K \mid x \mid$ par des polynomes de degrés indéfiniment croissants. — **M. René Garnier** : Sur la représentation des intégrales des équations de M. Painlevé au moyen de la théorie des équations linéaires. — **M. C. Spineanu** : Sur le développement d'une fonction holomorphe en série d'inverses de polynomes et en série de fractions rationnelles.

2° Sciences physiques. — **M. J. Loisel** expose le mode de construction d'un nomogramme représentatif de la direction moyenne du vent. — **M. Gazaud** montre que les coups de mis ral sont uniquement déterminés par l'existence d'une aire de hautes pressions à l'ouest de la Provence. La violence du vent a pour cause principale un excès de température à l'est du Plateau central en concordance avec l'aire des hautes pressions occidentales. — **M. R. Boulouch** expose la condition générale du stigmatisme dans un système de dioptres de révolution autour d'un même axe. — **M. G. Rignoux** décrit un dispositif de vision à distance, basé sur l'emploi de cellules multiples, c'est-à-dire que le transmetteur comprend autant de cellules de sélénium que de points à transmettre, et sur l'utilisation du phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. A chaque cellule correspond un relai. — **M. M. de Broglie** a appliqué sa méthode d'analyse spectrale par les rayons secondaires des rayons de Rœntgen à quelques substances : Ga, Ge, Sn, Sb. Si l'on calcule à partir des longueurs d'onde obtenues le nombre N qui représente le rang dans la série périodique des éléments, par la formule de Moseley, on obtient des résultats tout à fait concordants. — **M. H. Labrouste** a observé que la matière obtenue par rassemblement de couches monomoléculaires réapparaît à l'état liquide lorsque le corps peut exister surfondu à la température considérée. Les corps fondus ou surfondus peuvent s'étendre sur de l'eau ayant une température inférieure à leur point de fusion, mais supérieure à la plus basse température de surfusion. — **M. J. Guyot** a déterminé les abaissements-limites de l'effet Volta (différence de potentiel apparente au contact d'un métal et de l'eau distillée) obtenus lorsqu'on dépose à la surface de l'eau des traces extrêmement faibles de certaines substances organiques insolubles. La variation de la différence de potentiel apparente précède la variation de la tension superficielle. — **MM. Massol** et **Faucon** ont étudié l'absorption des radiations ultraviolettes par les dérivés chlorés du méthane. En couche mince, ces produits sont très transparents. La transparence diminue à mesure que le nombre des atomes substitués augmente. — **M. J. Larguier des Bancels** a reconnu que la diminution de solubilité dans la benzine des résinates colorés exposés à la lumière est notablement accélérée lorsqu'on additionne le résinate d'une petite quantité de sels minéraux, tels que ceux de Ur, Zn, Cd. — **M. Ch. de Rohden** a constaté, par la méthode de la phosphorescence cathodique, la présence constante des terres rares, en proportions variables, dans les scheelites. Toutes les apparences spectrales observées peuvent s'expliquer avec les éléments rares connus. — **MM. J. Blumenfeld** et **G. Urbain** ont fractionné les terres du groupe ytterbique par la méthode de cristallisation des nitrates et ont isolé le néoytterbium en se servant comme critère de pureté de la constance du coefficient d'aimantation dans un groupe de fractions successives. Le Ny pur a comme poids atomique 173,54. — **M. M. Duboux** décrit un procédé de dosage de la potasse et de la magnésie par volumétrie physico-chimique; pour l'appliquer à l'analyse des vins, il faut détruire les matières organiques et éliminer l'acide phosphorique et la chaux. — **MM. A. Brochet** et **A. Cabaret** ont reconnu que la méthode d'hydrogénation des liquides, en présence de Ni, s'applique très bien, sous la pression atmosphérique, à la saturation des liaisons éthyléniques aliphatiques. Les expériences des auteurs ont porté sur l'acide cinnamique et ses dérivés, l'alcool allylique, etc. — **MM. Cousin** et **Volmar** ont préparé le dérivé 3-nitré de l'orthocyanophénol, F. 132-133°, et ses dérivés 3-aminé, F. 145°, et 5-aminé, F. 158-160°. — **MM. F Jadin** et **A. Astruc** ont constaté que les eaux minérales du Massif central sont dans l'ensemble plus riches en Mn que celles du Massif vosgien. La constitution bicarbonatée entraîne toujours une teneur élevée en Mn. — **Mme Z. Gruzewska** a étudié l'action de quelques diastases sur les dextrines. Le suc d'escargot, tout en agissant moins énergiquement sur le glycogène et sa dextrine, pousse son action plus loin que l'amylase animale (chien) et végétale.

3° Sciences naturelles. — **MM. Em. Miège** et **H. Coupé** ont reconnu que les rayons X possèdent, sur la végétation de *Raphanus sativus* et de *Lepidium savidium*, une action nettement favorisante, qui se traduit par une augmentation de poids. Les rayons X ont une faible répercussion sur la morphologie et la structure anatomique de ces plantes. — **Mme V. Henri** montre que l'action des rayons ultraviolets sur la bactéridie charbonneuse peut se traduire par la fragmentation des bâtonnets et la modification de leur forme et de leur grandeur, par la disparition de la réaction de Gram et par la formation de pigments. — **M. Chifflot** signale l'extension du *Marsonia rosæ* dans les cultures de rosiers; ce parasite, autrefois spécifique du feuillage, peut s'étendre, chez certaines variétés, à tous les organes aériens de la plante. Malgré la difficulté de le détruire, il doit être combattu énergiquement. — **M. T. Salimbeni** a observé, chez un grand nombre de scarlatineux, dans le sang des malades et dans l'exsudat de l'angine, un microbe non encore décrit, d'abord à l'intérieur des leucocytes, puis libre en gros et petits amas ou en éléments isolés.

Séance du 3 Août 1914.

1° Sciences mathématiques. — **MM. Th. Anghelutza** et **O. Tino** : Sur l'équation polaire. — **M. L. Lecornu** résume les recherches effectuées récemment au Laboratoire aérodynamique d'Auteuil par M. Eiffel. Elles concernent l'action de l'air en mouvement sur une sphère, l'analyse des pressions exercées par le vent sur les hangars de dirigeables, la construction d'une abaque donnant les relations entre le poids de l'appareil, sa vitesse et la puissance développée par son hélice. — **M. H. Parenty** présente ses recherches sur la constitution du jet des fluides élastiques à l'aval des divers orifices, qu'il a sondé au moyen de pipettes de cristal fort effilées et convenablement recourbées,

communiquant par un tube flexible avec un manomètre mercuriel à air libre. M. J. Boussinesq donne une théorie hydrodynamique de la filtration des liquides par le sable, ou par d'autres milieux poreux analogues, et montre l'étroite analogie des courants électriques avec ceux de filtration.

2° Sciences physiques. — M. Th. Peczalski montre que les équivalences entre les deux définitions réduite et thermodynamique (basée sur le rendement) de la température sont identiques dans l'échelle exponentielle des températures, alors qu'il n'en est pas de même dans l'échelle actuelle. — M. H. Le Chatelier rappelle les nombreux travaux antérieurs à celui de M. Taboury sur les alliages fer-zinc. — MM. R. Fosse, A. Robyn et F. François ont dosé quantitativement l'urée dans le sang au moyen de sa combinaison xanthylée. Il faut opérer en solution acétique et éliminer au préalable l'albumine du sérum par le réactif iodomercurique de Tanret. — M. P. Girard : Essai d'un schéma physique de l'hémiperméabilité des cellules vivantes aux ions (voir p. 759).

3° Sciences naturelles. — M. Eug. Pittard a analysé comparativement quelques grandeurs du corps chez les Bulgares des deux sexes. Les femmes bulgares se rapprochent le plus des hommes du même groupe ethnique, d'abord par les dimensions de leur crâne, spécialement par le diamètre métopique et par le diamètre frontal; puis vient le diamètre biangulaire externe. Les femmes bulgares s'éloignent le plus des hommes par les différents segments du visage. — M. J. Chaine montre que l'étude des restes fossiles permet de déterminer assez bien la phylogénie des organes durs, tandis que pour les parties molles de l'organisme nous n'avons que des renseignements imprécis fournis par l'embryogénie et l'anatomie, et par le raisonnement et l'hypothèse. — Mme M. Phisalix a constaté que le venin entier de l'Héloderme contient au moins deux substances actives indépendantes l'une de l'autre : l'une vaccinante, détruite par chauffage à 80° pendant cinq minutes; l'autre toxique, qui résiste à l'ébullition. La morsure du lézard peut, suivant la dose inoculée, créer une certaine immunité ou entraîner la mort. — M. J. Cantacuzène a trouvé sur la langue et dans la gorge des scarlatineux un micro-organisme très polymorphique, qu'il a pu cultiver en cultures pures. Inoculé au macaque, il produit un syndrome caractérisé par de la polyadénite, de la fièvre et de la desquamation par ilots. — M. E. Gourdon montre que l'île Jenny (Antarctique) est constituée par un massif de gabbro injecté de filons très nombreux se rapportant à deux types : des andésilabradorites et des andésites.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Juillet 1914.

MM. Mairet (de Montpellier) et Neumann (de Toulouse) sont élus Associés nationaux de l'Académie.

MM. R. Blanchard et M. Letoux rapportent une observation très rare (la huitième actuellement) d'Ascaride erratique trouvé dans un pyopneumothorax. Il semble que l'Ascaride, ver très vagabond, peut passer dans la plèvre : 1° directement à travers l'œsophage sus-diaphragmatique; 2° à travers l'œsophage sous-diaphragmatique et le diaphragme; 3° à travers l'estomac et le diaphragme; 4° à travers l'intestin et le diaphragme. — M. Ribemont-Dessaignes expose les résultats obtenus en obstétrique par un analgésique préparé par M. G. Paulin, en faisant agir sur une solution de chlorhydrate de morphine le ferment de la levure de bière. Ce corps procure à la femme, sans lui faire courir aucun danger, une analgésie suffisante pour que le travail de l'accouchement soit entièrement ou presque entièrement indolore. Le travail n'est en rien entravé ni ralenti; il semble plutôt, dans bien des cas, prendre une allure plus rapide. Les enfants naissent dans la proportion de un sur trois dans un état d'apnée ou d'oligoapnée, qu'il est très facile de faire cesser, et qui est parfois avantageuse. Les suites de couches sont favorablement influencées, ainsi que le montre la régression plus rapide de l'utérus. — MM. Ch. Achard et Ch. Foix ont observé deux cas d'amibiase hépatique tardive, de forme nodulaire, chez deux hommes ayant fait aux colonies un séjour prolongé et étant restés sept à dix-huit ans, après leur retour en France, sans avoir éprouvé d'accidents. — MM. M. Dide, L. Arsimoles et Ch. Pezet présentent quelques remarques sur la réforme de la loi du 30 juin 1838, relative à l'internement des aliénés. — M. Proust a recherché, par diverses méthodes, les résultats éloignés d'une suture du cœur. L'examen radiographique, confirmé par la prise d'un électrocardiogramme, montre un léger dédoublement de la contraction du ventricule gauche.

Séance du 28 Juillet 1914.

M. Magnan est élu vice-président, en remplacement de M. Duguet, décédé.

M. Letulle présente un rapport sur un travail de M. P. Chaussé relatif à la *transmission de la tuberculose*. L'auteur déduit de ses expériences que la contagion tuberculeuse interhumaine a lieu exclusivement, ou presque exclusivement, par les crachats desséchés et pulvérisés; la transmission par les particules liquides directement inhalées apparaît, sinon inexistante, du moins fort exceptionnelle. L'agitation des linges et le brossage sont les causes les plus fréquentes de la division des crachats desséchés. La projection de gouttelettes pendant la toux est une cause de pollution des habits, des linges et des divers objets environnant le malade. Le danger est limité par la destruction assez rapide du virus (en une vingtaine de jours), mais il est continuellement renouvelé et entretenu par le malade ignorant. Séjournant dans la chambre d'un tuberculeux, le cobaye est infecté exclusivement par inhalation; dans les mêmes conditions, l'homme ne peut se comporter différemment : il est tuberculisé par les poussières suspendues dans l'air qu'il respire, d'où le grand danger de la cohabitation avec le tuberculeux. Le danger de contagion pourra être fortement diminué par des mesures de propreté très strictes. — M. A. Robin communique ses recherches sur les pigments, les matières albuminoïdes, l'acidité urinaire, les matières ternaires, les matières minérales globales, la chaux, la magnésie, la potasse, la soude chez les cancéreux. — MM. Guérin-Valmale et Vayssière ont étudié l'effet de la vaccination anti-typhoïdique par le vaccin iodé chez quelques femmes enceintes. Elles supportent le vaccin iodé aussi bien que les femmes non gravides. La présence d'agglutinines a été constatée dans le sérum maternel et dans le lacto-sérum, et, dans un tiers des cas, dans le sérum fœtal. — M. G. Lepage a pratiqué dans vingt-neuf cas l'opération césarienne conservatrice avec succès. Le pronostic immédiat est très bénin lorsqu'elle est pratiquée à la fin de la grossesse ou tout à fait au début du travail. Il ne faut pratiquer l'opération tardive qu'avec une certaine réserve. — M. A. Richaud estime qu'aucune des techniques physiologiques proposées jusqu'ici ne permet le titrage proprement dit des principes actifs des préparations galeniques. Un essai physiologique négatif suffit pour conclure à l'inactivité de certaines drogues, mais un essai positif ne constitue pas à lui seul un élément d'appréciation suffisant. — MM. E. Jeanselme et M. Langeron ont reconnu que les parasites des leishmanioses cutanées ne restent pas exclusivement cantonnés dans la peau, mais qu'ils envahissent les voies lymphatiques, d'où la possibilité pour eux de se disséminer dans l'organisme. — M. Savariaud signale, chez un enfant atteint de brûlures profondes et étendues, un cas d'intoxication grave par un pansement à la poudre d'acide borique. Le même auteur a relevé neuf cas de mort par une intoxication analogue. — MM. l'abbé Gendron et Paul Bouchet ont obtenu

d'excellents résultats, dans les affections articulaires chroniques, même dans l'arthrite tuberculeuse, par l'emploi d'un traitement qui a pour base l'hyperémie active et qui a pour but de provoquer le retour des mouvements par mobilisation de l'articulation atteinte.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 18 Juillet 1914.

MM. **R. Porak** et **A. Quinquaud** ont constaté que l'excitation du splanchnique n'augmente pas l'excrétion de la cholestérine; l'injection de saponine l'augmente nettement dans le sérum sanguin de la veine surrénale. — M. **J. Lefèvre** montre que le foie et le noyau splanchnique, facteurs importants de la thermo-régulation, capables même parfois de l'assurer tout seuls, sont souvent dépassés dans ce rôle par le système musculaire, lorsque celui-ci est libre de prendre, sous l'influence du froid, le frisson thermique. — MM. **G. Dubreuil** et **M. Favre** ont reconnu que les plasmazellen apparaissant au cours d'un processus inflammatoire peuvent donner naissance soit à des plasmazellen à granulations oxyphiles, soit à des plasmazellen à corps de Russell. Ces deux formes cellulaires sont la manifestation d'une flexion dans un même sens du même processus sécrétoire. — MM. **Ed. Retterer** et **H. Neuville** ont étudié les canaux de Gärtner débouchant dans le vagin d'un singe femelle. Le segment du vagin qui est inférieur (distal ou caudal) à ce point d'abouchement, ainsi que le segment correspondant de l'urètre, dérivent du cloisonnement du sinus uro-génital. — MM. **J.-P. Morat** et **M. Petzetakis** ont produit la fibrillation auriculaire et ventriculaire par différents moyens qui tous reviennent à une déséquilibration des deux systèmes de nerfs, l'un inhibiteur, l'autre excitateur du mouvement cardiaque. — MM. **A. Rochaix** et **P. Durand**, par inoculation intrapleurale de toxines totales, endo et exoprotoplasmiques, provenant du pneumobacille de Friedländer, ont obtenu chez le lapin : dans la plèvre, un épanchement hémorragique et visqueux avec production de fausses membranes fibrineuses; dans le reste de l'organisme, la congestion rénale et l'albuminurie. — MM. **H. Frenkel** et **E. Nicolas** ont recherché l'existence de la réaction d'Abderhalden en pathologie oculaire. Dans tous les cas examinés, ils ont obtenu des réactions négatives, aussi bien par la méthode chimique que par la méthode optique, à quelques rares exceptions près. — M. **E. Leblanc** signale la présence d'une corde vocale et d'un ventricule laryngé chez le dauphin. — MM. **H. Bierry** et **A. Ranc** montrent que le refroidissement provoque l'apparition dans le sang d'un excès de sucre libre, excès qui diminue à mesure que l'animal se réchauffe. Les variations parallèles du sucre protéidique sont bien moins considérables. — MM. **M. Garnier** et **E. Schulmann** ont reconnu que l'extrait d'hypophyse postérieure empêche la glycosurie surrénalienne de se produire quand il est injecté à dose suffisante pour agir sur la sécrétion urinaire. Il se produit alors de l'oligurie et de l'albuminurie seules. — M. **M. Romanovitch** signale la présence de *Filaria hemorragica* chez les chevaux atteints de boutons hémorragiques. — MM. **M. Loeper, J. Tonnet** et **K. Vahram** ont déterminé l'heure d'apparition des ferments protéolytiques dans l'urine et leurs variations avec l'albumine ingérée. — MM. **W. Kopaczewski** et **S. Mutermilch** ont étudié les changements d'ordre physique qui peuvent avoir lieu dans les sérums rendus toxiques par addition de gélose ou de suspensions microbiennes. La toxicité des sérums est accompagnée d'une agglomération des micelles du sérum, visibles soit à l'œil nu, soit à l'ultramicroscope. — M. **R. Gradwohl** a traité une vingtaine de cas de syphilis cérébro-spinale par l'injection intraspinale de sérum salvarsanisé *in vivo*. Il a obtenu une amélioration clinique et sérologique supérieure à ce que donne en général l'injection de salvarsan.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 10 Juillet 1914.

M. **I. Camo** a observé chez un enfant une urine non fermentée et dont l'acidité n'était guère inférieure à la normale, qui donnait néanmoins un dépôt abondant d'urate d'ammoniaque. — MM. **A.** et **M. Léger** ont constaté que les roussettes des rives du Niger sont infectées dans une proportion élevée par un hématozoaire endoglobulaire, qui doit être identifié avec le *Plasmodium pteropi*. — MM. **F. van Gaver** et **E. Pringault** ont trouvé dans la région de Marseille les Culicidés suivants : *Theobaldia annulata*, *Culex pipiens*, *Anopheles maculipennis*, *Culex lateralis*.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Juillet 1914.

M. **Pierre Girard** : *Diffusion des ions en milieu aqueux*. Soit une solution d'un électrolyte dissocié (NaCl) peu diffusant dans l'eau. La théorie de Nernst fait intervenir dans le déplacement des ions deux forces : la poussée osmotique et le champ électrostatique qu'engendre l'inégale mobilité des deux ions de l'électrolyte. Sous l'action de ce champ, le déplacement des ions de moindre mobilité (Na) se trouvera favorisé, et celui des ions (Cl) plus rapides sera contrarié; en sorte qu'un même nombre d'ions des deux signes franchira dans le même temps le front de diffusion. Mais, si, au lieu d'envisager un seul électrolyte en solution aqueuse diffusant dans l'eau, on envisage un mélange de deux électrolytes, il n'est pas absurde de faire l'hypothèse que la constitution et la valeur du champ électrostatique de diffusion à la limite de la solution et de l'eau pure sont telles que les deux ions d'un des deux électrolytes dissociés ne diffusent plus en nombre égal. Les expériences de l'auteur ont porté sur des solutions de $BaCl^2$, la méthode néphélométrique permettant de doser conjointement le chlore et le baryum diffusés à l'état de chlorure d'argent et de sulfate de baryte. Quand une solution de $BaCl^2$ à 5 °/₀, acidulée par AzO^3H $\left(\frac{1}{6}n\right)$, diffuse dans l'eau, les ions $\overset{+}{H}$ les plus rapides communiquent à l'eau une charge positive. Dans ces conditions, il diffuse dans l'eau notablement plus de baryum que de chlore (dans le rapport de 1 à 6). Si l'on répète cette première expérience en interposant, entre l'eau pure et la solution de $BaCl^2$ acide, une membrane mince de baudruche (1/20 de millimètre d'épaisseur), c'est le passage du chlore qui se trouvera cette fois favorisé. Ce résultat d'apparence paradoxale s'explique fort bien, si l'on tient compte de l'état de polarisation dont la membrane est le siège dans ces conditions. La différence de potentiel dont la membrane polarisée est le siège est supérieure à celle du champ électrostatique de diffusion du couple liquide ($BaCl^2$ acide)-eau et orientée en sens inverse. La face de la membrane en contact avec l'eau est négative; l'autre face, en contact avec la solution acide, positive. L'orientation du champ auquel sont soumis les ions qui diffusent se trouve donc inversée. Si on alcalinise la solution de $BaCl^2$ qui diffuse dans l'eau, ce sont les ions OH plus rapides qui communiquent cette fois à l'eau une charge négative. C'est, dans ce cas, le passage des ions Cl qui est favorisé. Une membrane mince interposée entre la solution alcaline et l'eau se polarise énergiquement; et, le champ de polarisation ayant une orientation inverse de celle du champ électrostatique de diffusion, c'est le passage des ions de signe inverse, c'est-à-dire des ions Ba, qui se trouve ici favorisé. Le cloisonnement des couples liquides ($BaCl^2$ acide ou alcalin)-(eau) par une membrane épaisse (0mm,5 d'épaisseur) a pour effet d'égaliser les débits des deux ions. L'état de polarisation de la membrane est indépendant de l'épaisseur; mais, si la diffé-

rence de potentiel dont elle est le siège est la même, la valeur du champ est réduite au 1/10. Ostwald a émis l'idée qu'il convenait de parler de l'hémiperméabilité aux ions et non pas aux molécules électrolytiques; mais, sur le mécanisme de cette polarisation, il ne fournit aucun éclaircissement; il tire seulement du principe posé une conclusion qui est la polarisation de la membrane, dont il donne d'ailleurs l'expression en annulant les vitesses de transport des ions dans l'équation de Nernst, relative aux couples liquides. L'auteur pense qu'il convient d'inverser sa proposition; c'est un état de polarisation de la membrane qui lui communique cette relative hémiperméabilité. Dans ses expériences, cette polarisation diffère d'ailleurs profondément, quant au mécanisme, de celle décrite par Ostwald. Elle est un cas particulier des phénomènes d'électrisation de contact décrits par M. Jean Perrin. Elle est conditionnée par la présence, dans l'un au moins des milieux que la membrane sépare, d'ions H ou OH. Elle s'obtient sans source électrique extérieure au système, et varie, non pas, comme l'exige l'expression d'Ostwald, proportionnellement à T, mais comme l'inverse d'un coefficient de viscosité. Les faits ci-dessus décrits pourront peut-être être utilisés dans l'édification d'une théorie schématique (non formulée encore) de l'hémiperméabilité des membranes aux ions. Ils paraissent rendre compte de l'hémiperméabilité, d'ailleurs relative, des cellules vivantes, en particulier des globules rouges du sang, aux ions des deux signes. — **MM. Léon et Eug. Bloch** : *Les spectres d'étincelle et le spectre d'absorption de l'oxygène dans l'ultraviolet extrême.* Dans leurs recherches antérieures sur les effets photoélectriques (Hertz et Lenard) dans l'ultraviolet extrême, les auteurs ont constaté l'insuffisance des repères spectroscopiques actuellement connus dans la région des très petites longueurs d'onde ; ils ont été ainsi amenés à préciser nos connaissances sur les spectres d'étincelle de nombreux éléments dans cette région. 1. Les auteurs se sont d'abord proposé de compléter les spectres d'étincelle entre 2.100 et 1.850 en utilisant des plaques sensibles fabriquées suivant la technique de Schumann et en prolongeant les poses assez longtemps pour tenir compte de l'absorption commençante du quartz et de l'air. On a alors l'avantage d'une dispersion comparable à celle des grands réseaux de Rowland, ce qui accroît la précision des mesures. Les repères spectroscopiques bien connus sont malheureusement peu nombreux dans cette région. Les plus commodes sont constitués par les trois fortes raies de l'aluminium (qui sont cependant trop larges) et à un moindre degré par celles du cuivre. Les mesures ont été faites par comparaison avec ces raies prises comme étalons provisoires. Les étincelles utilisées sont des étincelles de capacité fournies par un transformateur à résonance et projetées sur la fente du spectrographe. Les principaux métaux dont les raies ont été mesurées jusque vers 1850 sont les suivants : Fe, Ni, Co, Cr, Mn, W, Al, Cd, Tl, Sn, Bi, Sb, As, Pb, Pt, Ag. Plusieurs des listes obtenues ont déjà été publiées; elles seront prochainement complétées. 2. L'un des principaux résultats de ces recherches a été de préciser la manière dont commence l'absorption de l'air et d'éclaircir en même temps une difficulté qui a donné lieu à bien des controverses. On constate, en effet, que plusieurs des éléments précédents (Al, Bi, Sn,...) donnent, avec des poses suffisamment longues, des raies de plus en plus larges (noires sur les photographies), mais sillonnées de lignes blanches. D'autre part, on arrive sans difficulté à constater l'identité de position de ces espèces de cannelures sur les clichés fournis par des métaux différents. On peut même, avec les étincelles d'aluminium ou l'arc au mercure, les obtenir toutes ensemble et avec leur complet développement. On se rend compte alors qu'on est en présence de bandes d'absorption de l'air (très probablement de l'oxygène), et que ces bandes ont leur tête tournée vers les petites longueurs d'onde et sont entièrement résolues. Leur structure est régulière et elle satisfait à la loi de Deslandres. La plus rapprochée du spectre visible se termine à 1.957, longueur d'onde qui paraît marquer le début de l'absorption de l'air dans l'ultraviolet extrême. 3. Les auteurs ont enfin commencé l'étude du domaine découvert par Schumann qui s'étend au delà de la longueur d'onde 1.850. On sait depuis les travaux de Schumann que, pour dépasser cette limite, il est indispensable d'opérer dans le vide ou dans l'hydrogène et de remplacer le quartz comme milieu optique par le spath fluor de très belle qualité. Les auteurs ont construit un premier spectrographe à vide avec lentilles de fluorine de 12 centimètres de foyer et prisme de fluorine à déviation constante du type Broca-Hilger. Dans cet instrument, fermé par une fenêtre de fluorine, on peut faire le vide cathodique, et, par le jeu d'une crémaillère déplaçant le châssis photographique dans le vide, il est possible d'obtenir sur la même plaque plusieurs clichés superposés. On peut alors déduire les longueurs d'onde des raies inconnues par interpolation au moyen de raies étalon. Les sources étudiées jusqu'ici ont été des étincelles de capacité éclatant dans un courant d'hydrogène pur. Les longueurs d'ondes les plus courtes que les auteurs aient actuellement photographiées sont voisines de 1.400 U.A. Il leur a été facile de retrouver avec leur appareil les spectres des métaux, d'ailleurs peu nombreux, qui sont déjà complètement connus dans cette région par les travaux de Lyman (Al, Ca, par exemple). Pour d'autres métaux, ils ont pu prolonger les spectres bien au delà des limites atteintes jusqu'ici (Cu, Ag, Zn, Cd,..). Enfin, ils ont photographié un grand nombre d'autres spectres d'éléments qui n'avaient jamais été obtenus dans cette région (Sn, Bi, Sb, Pb, Tl, Fe, Ni). — **M. L. Chaumont** : *Sur un analyseur elliptique à pénombre.* Cet appareil, construit par M. Jobin, sert à déterminer simultanément la direction et le rapport des axes de l'ellipse qui représente l'état de polarisation d'un faisceau lumineux monochromatique. La méthode repose sur l'emploi d'un compensateur quart d'onde : on sait qu'une telle lame peut servir à ramener une vibration elliptique à être rectiligne; ses lignes neutres doivent être dirigées suivant les axes de l'ellipse et la vibration rectiligne rétablie fait avec leur direction un angle β qui mesure l'ellipticité. On s'assure que la vibration rétablie est rectiligne, et on détermine sa direction à l'aide d'un système de plages composé d'une lame demi-onde en quartz et d'une lame quart d'onde en mica. Ces lames ont leurs lignes neutres parallèles et recouvrent chacune la moitié du champ visuel, de sorte que l'ensemble se comporte comme une lame unique divisée en quatre secteurs 1, 2, 3, 4, tels que les retards introduits par chacun d'eux soient 0, $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{\lambda}{4}$, $-\frac{\lambda}{4}$. En arrière de ces lames se trouve un prisme de Glazebrook dont la direction principale fait un petit angle ε avec l'une de leurs lignes neutres. L'égalité d'éclat des quatre plages est obtenue lorsque la vibration sortant du compensateur est rectiligne et parallèle à l'une des lignes neutres précédentes; cet éclat commun dépend de la valeur de ε (angle de pénombre) : on peut le faire varier sans changer le zéro de l'appareil en tournant le prisme de Glazebrook. — Le même auteur a étudié *la biréfringence électrique du sulfure de carbone.* D'après les travaux antérieurs, la constante de Kerr du sulfure de carbone n'est connue qu'au 1/10 de sa valeur et l'on ne sait s'il faut attribuer les divergences entre les résultats aux erreurs des mesures ou aux impuretés des différents sulfures utilisés. La comparaison de sulfures de provenances diverses par la méthode des condensateurs croisés a permis à l'auteur de vérifier que la biréfringence électrique du sulfure de carbone est une propriété aussi bien définie que les autres constantes physiques de ce corps. L'emploi de l'analyseur elliptique décrit dans la communication précédente a permis d'assurer à la mesure de la biréfringence une grande précision. On a ainsi trouvé à 17°

pour les deux radiations verte et jaune du mercure

$$B_V = 3,6315.10^{-7}, \quad B_J = 3,3580.10^{-7}.$$

Ces valeurs vérifient la formule de Havelock; l'application de cette formule permet d'en déduire la valeur de la constante pour la radiation jaune du sodium et la température de 20° :

$$B_D = 3,226.10^{-7}.$$

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 18 Juillet 1914.

M. E. Cornec expose, au nom de **M. G. Urbain** et au sien, les résultats qu'ils ont obtenus dans l'étude cryoscopique de certains sels doubles. Les courbes obtenues dans l'étude des réactions complètes indiquent très nettement (brisure et minimum) les composés qui se forment en solution. Dans le cas d'une réaction limitée, en particulier réaction de formation d'un sel double à partir des solutions des sels simples, la courbe cryoscopique ne présente plus de brisure; le minimum ne caractérise plus le composé formé, puisque son abscisse varie avec la concentration. Le calcul montre, et l'expérience vérifie, que dans le cas des solutions équimoléculaires, *mais dans ce cas seulement*, l'écart cryoscopique (différence entre l'abaissement calculé par la règle des mélanges et l'abaissement observé) passe par un maximum pour la solution qui a, abstraction faite de l'eau, la composition du sel double. L'existence en solution des sels doubles suivants a été mise en évidence :

TYPE 1/2	TYPE 1/2	TYPE 1/1
$CdI^2 2KI$	$CdBr^2 2KBr$	$CdCl^2KCl$
$CdI^2 2AzH^4I$	$CdBr^2 2AzH^4Br$	$CdCl^2AzH^4Cl$
$CdI^2 2NaI$	$CdBr^2 2NaBr$	$CdCl^2NaCl$
$CdI^2 2HI$	$CdBr^2 2HBr$	$CdCl^2HCl$

Les courbes montrent que les réactions entre CdI^2 et les iodures alcalins ne sont pas très éloignées d'être complètes; comme conséquence, on a constaté que le Cd de CdI^2 pouvait être masqué vis-à-vis de certains réactifs en présence d'un grand excès d'iodure alcalin. L'acide cadmi-iodhydrique a, en solution, une stabilité tout à fait comparable à celle de ses sels. Pour un même métal alcalin, la tendance à la formation de complexes augmente quand on passe du Cl au Br; elle augmente encore quand on passe du Br à l'I. Les chlorures doubles sont beaucoup plus stables avec K et AzH^4 qu'avec Na et H. Des mesures en cours (densité et indice de réfraction) confirment les résultats de la méthode cryoscopique. — **M. Maurice Billy** signale que certains échantillons de titane préparés par sa méthode renferment de l'hydrogène. Pour obtenir avec certitude le métal exempt d'hydrogène, il sera utile de le chauffer au rouge sous le vide de la trompe à mercure. Cette observation s'applique aux métaux susceptibles de retenir de l'hydrogène. Le dégagement gazeux au rouge s'accompagne de la production d'un miroir de titane sur la nacelle et dans le tube qui la contient. De ces expériences on peut conclure qu'il existe de fortes présomptions pour affirmer l'existence d'un *hydrure de titane* solide qui se décompose par la chaleur et dans le vide en donnant naissance à l'*hydrogène titané gazeux*. — **M. A. Villiers** : Sur le sulfure de manganèse et le dosage de ce métal. — **M. N. Barbieri** décrit une méthode d'analyse immédiate du blé.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 14 Mai 1914.

SCIENCES NATURELLES. — **M. A. D. Waller** : *Les diverses inclinaisons de l'axe électrique du cœur humain.* IA. *Le cœur normal. Effets de la respiration.* Suite des observations antérieures de l'auteur, par lesquelles il a démontré pour la première fois les effets électriques du cœur humain. — **MM. D. et J. G. Thomson** : La culture du tissu de tumeur humaine *in vitro*. Les auteurs ont cultivé avec succès des fragments de tissu de deux tumeurs humaines (papillome intrakystique de l'ovaire et carcinome de glande lymphatique) dans un milieu composé de plasma de sang de poule et d'extrait de poulet embryonnaire. Cela prouve qu'un tissu humain peut croître *in vitro* dans un milieu qui provient entièrement d'un oiseau, à l'inverse de l'opinion généralement admise que le tissu d'un animal ne peut croître que dans le plasma d'un animal de même espèce. — **MM. H. G. Thornton et G. Smith** : *Conditions nutritives déterminant la croissance de certains Protistes d'eau douce et du sol.* Des expériences faites sur la croissance d'*Euglena viridis* en milieu artificiel montrent qu'aux constituants inorganiques nécessaires pour le développement d'une plante verte il faut ajouter une certaine quantité de substance organique, par exemple une infusion de foin. Pour déterminer le constituant de la substance organique qui stimule la croissance, des essais ont été faits avec diverses substances pures. Seuls les amino-acides (tyrosine, phénylalanine) en solutions très faibles favorisent réellement la croissance. Des expériences sur les Flagellés du sol, spécialement le *Prowazeckia terricola*, montrent qu'ils peuvent se nourrir aux dépens de diverses bactéries. Ces Flagellés se trouvent dans un grand nombre d'échantillons de sols et d'eaux; ils sont les plus abondants dans les sols ayant reçu beaucoup d'engrais. La distribution étendue et l'abondance de ces Flagellés du sol, et leur croissance rapide en présence de bactéries, montrent leur importance dans l'économie du sol. — **M. F. Kidd** : *Influence de contrôle de l'anhydride carbonique sur la maturation, la vie latente et la germination des graines.* Les expériences de l'auteur l'amènent aux conclusions suivantes : 1° le stade de repos de la graine humide est d'abord une phase de narcose induite par l'action de CO^2; 2° l'arrêt de développement dans le cas de la graine mûrissant dans l'humidité sur la plante et le retard de germination de la graine humide au repos sont reliés à l'existence d'une pression partielle inhibitrice de CO^2 dans les tissus de l'embryon; 3° la germination, quand elle a lieu, est en rapport avec un abaissement de cette pression partielle inhibitrice de CO^2 dans les tissus; 4° la valeur inhibitrice d'une pression donnée de CO^2 diminue quand la température et la pression de l'oxygène s'élèvent. — **MM. D. H. Scott et E. C. Jeffrey** : *Plantes fossiles montrant une structure de la base des schistes de Waverley dans le Kentucky.* La couche à nodules contenant ces plantes se trouve à la base des schistes de Waverley (Carbonifère inférieur) et immédiatement au-dessus des schistes noirs de Genessee (Dévonien supérieur). La structure anatomique des plantes est parfaitement conservée.

Séance du 21 Mai 1914.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. C. E. Stromeyer** : *La détermination des limites de fatigue sous des tensions alternatives.* Les résultats bizarres obtenus par les précédents expérimentateurs, en ce qui concerne les qualités de fatigue ou d'endurance des métaux, proviennent sans doute des variations locales de qualité des substances, qui ont masqué les lois de la fatigue. L'auteur a opéré sur des pièces consécutives distantes d'un pouce au plus dans la plaque originale. Les résultats des essais (à la *flexion*) sont très concordants et peuvent être représentés par la formule $S_n = Fl + C(10^6 : N)^{1/4}$, où S_n est la tension alternative nominale qui produit la rupture après N répétitions, Fl la limite de fatigue trouvée par extrapolation d'une série d'essais aboutissant à la rupture et C une constante. Les essais antérieurs de Woehler, Baker et Eden, Rose et Cunningham, concordent bien avec cette formule. Les résultats des essais de fatigue à la *torsion*,

faits sur les mêmes matériaux, concordent également avec la formule, en introduisant de nouvelles valeurs pour F/ et C. Le rapport des limites de fatigue à la flexion et à la torsion est environ de 3 à 2. La chaleur engendrée durant les essais de fatigue ne devient appréciable qu'aux limites de fatigue.

2° Sciences physiques. — M. W. M. **Hicks** : *L'effet dispersif du magnéton sur les rayons α.* La présence d'un magnéton dans un atome doit exercer un effet de dispersion sur les particules α ou β traversant cet atome. Pour en trouver l'ordre de grandeur, l'auteur établit les orbites des particules chargées se mouvant dans le plan équatorial d'un magnéton et il montre que la dispersion produite est très considérable. L'approche la plus grande d'une particule α vers le centre de l'atome est du même ordre que dans la théorie de Rutherford. La répulsion électrostatique d'une particule α combinée avec le champ magnétique de l'atome sera donc plus effective, car la diminution de vitesse rend la particule plus susceptible aux forces magnétiques. — M. R. J. **Strutt** : *Vapeurs lumineuses distillant de l'arc; leur application à l'étude des séries spectrales et de leur origine.* On sait que la vapeur de mercure qui distille de l'arc dans le vide reste lumineuse jusqu'à une certaine distance de la région de la décharge. L'auteur montre qu'on peut observer des effets brillants de même nature avec un grand nombre d'autres métaux. Quand la vapeur de mercure s'éloigne de la région de la décharge, la vitesse à laquelle les différents constituants du spectre s'évanouissent n'est pas toujours la même. Ainsi, les séries subordonnées de lignes dans le spectre du sodium disparaissent avec la même vitesse, tandis que la série principale s'évanouit plus lentement. Dans quelques cas, la vapeur brillante distillant de l'arc présente un spectre de bandes. Les métaux alcalins présentent une bande continue au delà de la limite de la série subordonnée, comme celle qu'on voit dans l'absorption des étoiles à hydrogène. — M. W. I. **Pawlow** : *Sur l'ionisation des gaz par collision et le potentiel ionisant des ions positifs et des corpuscules négatifs.* L'auteur a étudié, pour un intervalle considérable de vitesse des ions, la propriété des ions positifs de produire une charge négative dans un gaz. L'effet observé est probablement dû à l'ionisation par collision des ions positifs. Le potentiel ionisant des ions positifs dans H est d'environ 10 volts, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que le potentiel ionisant des corpuscules négatifs, les ions positifs étant produits par des sels chauffés. Dans He, on a trouvé 20 volts pour le potentiel ionisant. — MM. G. W. C. **Kaye** et W. F. **Higgins** : *L'émission d'électricité par diverses substances aux hautes températures.* Les expériences ont été faites à 2000°-2500° C. dans un four à tube de carbone, sous la pression atmosphérique. Dans ces conditions, les émissions électriques, sans application de potentiel, ont été mesurées pour un certain nombre de substances (terres alcalines, Sn, Al, Cu, Fe) à leur entrée dans le four. Pendant leur rapide volatilisation, les substances dégagent de grandes quantités d'électricité, de signe négatif à une exception près (laiton).

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 20 Juin 1914.

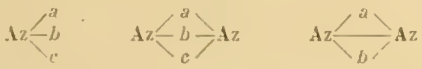
Sir J. J. **Thomson** : *La production d'une radiation de Rœntgen très douce par le choc des rayons cathodiques positifs et lents.* Entre la radiation infrarouge la plus longue et l'ondulation électrique la plus courte qui puisse être produite mécaniquement, se trouve un intervalle dont l'étude paraît devoir apporter des lumières sur la constitution de l'atome. Les travaux sur les rayons X ont démontré l'existence de deux anneaux séparés d'électrons dans l'atome, l'un à l'intérieur de l'autre. Ces anneaux produisent respectivement les types K et L de radiation. La radiation L est tellement plus douce que K que, si un troisième anneau d'électrons existait, sa radiation tomberait dans l'intervalle mentionné précédemment. Dans ses recherches, l'auteur emploie une forme spéciale de tube à décharge. Les rayons positifs passent à travers une perforation tubulaire de la cathode et tombent obliquement sur un écran métallique. Une plaque photographique du type Schumann est située à l'extrémité d'un tube branché dans une position telle qu'il n'y a pas d'obstacle solide entre l'écran et la plaque. Quand la décharge passe entre les électrodes, la plaque photographique est affectée. L'application d'un champ électrostatique transversal intense entre deux plaques métalliques situées entre la cathode et l'écran arrête complètement cet effet, montrant qu'il n'est pas dû à une radiation fortuite réfléchie par l'écran, car, tandis que des particules chargées sont repoussées de côté, une radiation ne serait pas affectée par le champ. Le passage de particules positives de la cathode à l'écran est donc essentiel. Les propriétés de cette radiation sont intermédiaires entre celles des rayons X ordinaires et des ondes de Schumann. Elle est réfléchie par les surfaces métalliques et son pouvoir pénétrant est très faible; elle est complètement arrêtée par la pellicule de collodion la plus fine. La qualité de la radiation ne dépend pas de l'énergie des particules mobiles qui lui donnent naissance, mais de leur vitesse. Aussi des rayons cathodiques également doux peuvent être produits par des particules cathodiques si elles se déplacent aussi lentement que les rayons positifs. L'auteur a construit un tube à décharge dans lequel les rayons cathodiques, quittant la cathode à la vitesse ordinaire, peuvent être soumis à un champ électrostatique retardateur de force variable avant de tomber sur l'écran; on obtient ainsi des radiations dont la qualité varie des rayons X durs ordinaires aux ondes de Schumann. — M. F.-W. **Aston** : Sur l'homogénéité du néon atmosphérique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Juin 1914.

M. J. **Kenner** étudie l'influence des groupes nitrés sur la réactivité des substituants dans le noyau benzénique. Elle consiste d'abord à conférer un certain degré de mobilité aux substituants en ortho et en para, ensuite à permettre à ces substituants rendus mobiles de prendre part à des réactions malgré les influences stériques auxquelles ils sont exposés. — M. G. F. **Morrell** a préparé les chlorures de succinyle et de méthylsuccinyle; le premier fond à 20° et donne avec l'aniline uniquement du *s*-anilide, F. 230°. Rien ne montre que ces chlorures soient autre chose que des chlorures d'acides normaux. — MM. H. F. **Coward** et F. **Brinsley** ont redéterminé les limites inférieures d'inflammabilité de H, CH^4 et CO en mélange avec l'air saturé de vapeur d'eau à 17°-18°. Elles sont représentées par les teneurs suivantes : H, 4, 1 °/₀ ; CH^4, 5,3 °/₀ ; CO, 12,5 °/₀. — MM. W. A. **Bone** et H. **Davies** ont constaté que la vapeur d'alcool méthylique se décompose par chauffage de deux façons : 1° en H^2O et un radical CH^2 qui a une existence libre fugitive ; 2° en H^2 et formaldéhyde, qui se décompose à son tour en CO et H^2. A 650°, 20 à 25 °/₀ de l'alcool méthylique se décomposent suivant (1), le reste suivant (2), CH^2 se combinant à H^2 pour donner du méthane. A 1.000°, plus de 95 °/₀ de l'alcool se décomposent suivant (2), le reste suivant (1). — M. C. R. **Crymble** a fait l'étude comparative des spectres d'absorption de quelques composés de P, As, Sb et Bi. Les solutions de ces composés absorbent toutes l'ultra-violet dans des proportions variables. — MM. J.-C. **Irvine** et A. W. **Fyfe** ont étudié l'action des agents méthylants sur la β-hydroxy-αβ-diphényléthylamine. Celle de AgOH et CH^3I fournit un dérivé diméthylé, F. 135-137°, qui paraît posséder une structure cyclique, tandis que la méthy-

lation directe par CH^3I fournit des amines substituées. — MM. **F. J. Donnan** et **A. J. Allmand** ont recherché la distribution de KCl entre deux compartiments séparés par une membrane semi-perméable de ferrocyanure de cuivre, un compartiment contenant du ferrocyanure de potassium. C'est l'autre qui présente la plus forte concentration en KCl. — M. **F. B. Thole** a comparé les viscosités d'un grand nombre de composés cycliques (contenant de 2 à 7 atomes dans le noyau) avec celles des analogues correspondants à chaîne ouverte. La formation d'un noyau est accompagnée d'une augmentation de viscosité. — MM. **P. C. Ray** et **F. V. Fernandes**, en faisant agir l'acide monochloracétique sur le thiocarbamide en solution aqueuse, ont vu ce dernier se tautomériser et donner naissance à l'acide formamidinethiolactique. — MM. **Al. Mc Kenzie**, **G. Martin** et **H. G. Rule** ont étudié l'action du réactif de Grignard sur quelques amides d'acides. Il se forme en général un carbinol (ou une cétone) et un hydrocarbure. — M. **W. N. Haworth** et **A. W. Fyfe** ont appliqué la méthode de Blaise à la synthèse de trois cétones hydroaromatiques de la série du cyclohexène. Elles ont été converties en carbinols et hydrocarbures actifs et inactifs analogues aux membres du groupe terpénique. — M. **T. S. Moore** attribue à une racémisation rapide l'impossibilité d'obtenir des composés optiquement actifs dérivés de l'Az trivalent du type (I).



La racémisation doit être moindre ou nulle dans les composés des types (II) et (III). Des tentatives de dédoublement de la 2-*p*-sulfophényl-2 : 3-dihydro-1 : 2 : 4-naphta-isotriazine (du type III), au moyen de la cristallisation de son sel de brucine, ont donné des fractions douées d'un léger pouvoir rotatoire, disparaissant avec le temps. — M. **F. L. Pyman** a retiré de l'écorce du *Daphnandra micrantha* trois nouvelles bases cristallisées : la daphnandrine, $C^{36}H^{38}O^6Az^2$; la daphnoline, $C^{34}H^{34}O^6Az^2$, et la micranthine, $C^{36}H^{32}O^6Az^2$. — MM. **J. J. Dobbie** et **J. J. Fox** ont constaté que les spectres d'une molécule de certains alcaloïdes dérivés de l'isoquinoline, comparés à celui de deux molécules de créosol, possèdent une bande dans la même position. — MM. **H. Mc Combie** et **J. W. Parkes**, en faisant réagir sur la benzoïne les chlorures d'acides dibasiques, ont obtenu des composés formés de deux molécules de benzoïne et une de chlorure, mais jamais des composés formés d'une molécule de chacun et dérivant du stilbènediol. — M. **J. Mc C. Sanders** décrit un appareil qui permet de déterminer rapidement pendant la distillation d'un pétrole la densité des fractions successives — ces fractions pouvant être séparées ou mélangées — et la variation graduelle de densité qui se produit à mesure que la distillation se poursuit. — MM. **G. T. Morgan** et **J. C. Elliott** ont préparé un grand nombre de dérivés mercurés des amines aromatiques en chauffant celles-ci avec de l'acétate mercurique dissous dans l'alcool méthylique, puis en ajoutant une solution de KI. Les iodures organomercuriques se précipitent. — MM. **S. English** et **W. E. S. Turner** ont déterminé les viscosités des mélanges de formamide avec les alcools *n*-propylique, isobutylique et isoamylique à 25°. L'écart avec la valeur calculée est positif pour le premier ; les courbes relatives aux deux autres alcools présentent un maximum. — M. **D. F. Twiss** a reconnu que les halogénures d'aryles nitro-substitués entrent en réaction avec une demi-molécule de thiosulfate ou de séléno-sulfate de sodium pour donner les sulfures et les séléniures de nitro-aryles correspondants.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Mai 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Kapteyn** : *Sur les fonctions d'Hermite* (3e partie). Remarques relatives à des travaux de MM. H. Galbrun et K. Runge sur le même sujet. — M. **Jan de Vries** : *Une involution triple de la troisième classe.* Examen des réseaux projectifs de sections coniques représentées par $\lambda a_x^2 + \lambda' a'^2_x + \lambda'' a''^2_x = 0$ et $\lambda b_x^2 + \lambda' b'^2_x + \lambda'' b''^2_x = 0$. — MM. W. Kapteyn et Jan de Vries présentent un travail de M. **N. G. W. H. Beeger** : *Sur les polynomes d'Hermite et d'Abel.* — MM. Jan de Vries et J. Cardinaal présentent un travail de M. **M. J. van Uven** : *L'équation des erreurs avec et sans conditions et la détermination des poids des inconnues, déduite de principes mécaniques.* L'auteur essaie de donner une analogie mécanique de la solution des équations d'observation d'après la méthode des moindres carrés. Sa méthode est basée sur l'équilibre d'un point soumis à des forces élastiques.

2° Sciences physiques. — M. **D. J. Korteweg** : *Sur les diverses façons dont peut flotter un cube homogène* (Communication à propos des résultats obtenus par M. P. Brandsen). Cette question, malgré les grandes difficultés qu'elle présente, a été complètement résolue par M. Brandsen : un cube peut flotter d'une façon stable de 4 manières différentes, correspondant chacune à des limites déterminées de la densité. — MM. H. A. Lorentz et F. A. H. Schreinemakers présentent un travail de M. **J. J. van Laar** : *Quelques remarques sur les valeurs des grandeurs critiques dans le cas où il y a association.* Remarques tendant à expliquer la grande différence trouvée par M. van der Waals (séance du 28 mars) entre les volumes occupés par CH^2 dans l'alcool méthylique et l'alcool éthylique. — MM. H. A. Lorentz et H. Kamerlingh Onnes présentent un travail de M. **G. J. Elias** : *Sur l'abaissement du point de congélation par suite d'une déformation élastique.* Considérations thermodynamiques conduisant à la formule exprimant la variation du point de congélation d'un solide sous l'action des forces qui le déforment; cette variation est un abaissement si le travail de ces forces est positif. L'auteur établit les formules pour cet abaissement dans les cas de traction, flexion et torsion et fait quelques calculs relatifs à la glace. — MM. J. D. van der Waals et P. Zeeman présentent un travail de M. **K. W. Walstra** : *L'isotherme de l'hydrogène à 20°C. et 15°,5 C. entre 1 et 2.200 atm.* Comparaison des mesures de l'auteur avec celles de Schalkwyk et d'Amagat. — M. **H. Kamerlingh Onnes** : *Nouvelles expériences avec l'hélium liquide. J. L'imitation d'un courant moléculaire d'Ampère ou d'un aimant permanent à l'aide d'un supraconducteur* (suite). En reprenant les expériences décrites dans le compte rendu d'avril, l'auteur s'est proposé d'observer la décroissance du courant avec le temps; cette décroissance était de moins de 1 % par heure, ce qui porte à plus de quatre journées le temps de relaxation; il s'ensuit qu'à 1°,8 K., la résistance du plomb n'est plus que la fraction $0{,}3.10^{-10}$ à $0{,}2.10^{-10}$ de la résistance à 0° C. — M. **H. Kamerlingh Onnes** : *Nouvelles expériences avec l'hélium liquide. K. Phénomènes de saturation paramagnétique commençante.* Pour observer, si possible, un commencement de saturation paramagnétique, il était avantageux d'observer, à très basse température, un abaissement de température équivalant, d'après la théorie de Langevin, à une augmentation proportionnelle du champ magnétique ; c'est pourquoi des mesures de susceptibilité d'une substance paramagnétique, le sulfate de gadolinium, ont été faites dans l'hélium liquide. Ces expériences ont réellement montré, aux très basses températures, une tendance à la saturation. — MM. H. **Kamerlingh Onnes** et **G. Holst** : *Sur la mesure des températures très basses. XXIV. Comparaison des thermomètres à hydrogène et à hélium, à volume constant, jusqu'au point de solidification de l'hydrogène,*

entre eux et avec le thermomètre à résistance de platine. — M. H. **du Bois** : *Nouveaux électro-aimants, destinés spécialement à des usages chirurgicaux ou métallurgiques.* L'auteur discute la forme la plus avantageuse à donner à des électro-aimants destinés à des usages déterminés, tels que la chirurgie abdominale : thérapie d'adhésions péritonéales, déplacement du contenu intestinal, réduction de volvulus, etc., sans opération, ou encore l'extraction de corps étrangers introduits accidentellement dans le corps. — Mlle H. J. **Folmer** : *Un nouvel électromètre, spécialement construit pour des recherches radioactives. I.* Description d'un appareil joignant à une grande sensibilité une grande précision dans la mesure de courants très faibles, et par conséquent bien approprié à la mesure de l'ionisation de l'air et du rayonnement radio-actif des éléments. — M. F. A. H. **Schreinemakers** : *Equilibres dans les systèmes ternaires. XVI.* Examen des cas où la vapeur contient deux composants du système. — MM. **Ernst Cohen** et **W. D Helderman** : *L'allotropie du cadmium. III.* L'étude dilatométrique du cadmium, préparé par voie électrolytique, avait appris que le cadmium ainsi préparé n'est pas la modification stable à la température de préparation. Ce fait est confirmé par la mesure de la force électromotrice d'éléments au cadmium : Cd/solution de sulfate/amalgame, dont l'électrode de cadmium a été obtenue par électrolyse; la force électromotrice est élevée après la formation et atteint au bout de quelques jours sa valeur normale. La modification du cadmium obtenue par électrolyse à température ordinaire est la forme γ, stable au-dessus de 100°. — MM. **A. Smits** et **S. Postma** : *Le système ammoniac-eau.* Détermination des points de solidification et d'ébullition des mélanges sous pression atmosphérique. La courbe de fusion révèle l'existence de deux combinaisons solides : $2AzH^3.H^2O$ et $AzH^3.H^2O$, ayant respectivement comme points de fusion —78°8 et —79°0; les courbes d'ébullition n'apprennent rien au sujet de l'existence de combinaisons liquides. — MM. **F. M. Jaeger** et **Ant. Simek** : *Etudes dans le domaine de la chimie des silicates. II et III. Sur les silicates doubles de lithium et d'aluminium.* Préparation par synthèse et description de produits ayant la même composition que les minéraux naturels : eucryptite ($LiAlSiO^4$) et spodumène ($LiAlSi^2O^6$). Ces produits ne sont pas identiques aux minéraux naturels, dont ils constituent la forme stable au voisinage du point de fusion et au-dessous. Avec le spodumène artificiel, les auteurs ont comparé des espèces naturelles. Le travail se termine par quelques données relatives à l'aluminate de lithium.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Wichmann** : *Sur des roches de l'île Taliabou (îles Soula).* Description des roches recueillies dans la partie méridionale de l'île Taliabou par M. J. W. van Nouhuys en 1902 et 1904. Dans cette partie il y a des dépôts étendus à fossiles jurassiques. Les roches éruptives sont surtout du granit. Il y a peu de roches de formation plus récente.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 10 Avril 1912.

M. **T. W. A. Shaw** a étudié la réduction catalytique de l'acide oléique et de l'huile de graine de coton par l'hydrogène en présence de nickel finement divisé. La réduction de la vapeur d'acide oléique dans un courant d'hydrogène sous pression réduite a donné au maximum 20 °/₀ de produit réduit pour une pression de 200 millimètres. La réduction de l'acide oléique et de l'huile de graine de coton liquides sous une haute pression a fourni de 35 à 50 °/₀ de produit réduit pour une pression de 50 atmosphères. La réduction augmente avec la pression.

SECTION DE LONDRES

Séance du 8 Juin 1914.

M. **E. K. Rideal** a étudié les diverses méthodes de production de l'uranium au moyen de ses sels. La conversion de l'oxyde d'uranium en tétrachlorure et la réduction de ce dernier par Na ou Mg ou par électrolyse ne fournit pas de l'uranium pur. La réduction de U^3O^8 par le carbone et la poudre de Mg au moyen de l'arc électrique a donné du métal à 98-99 °/₀ de U. — MM. **C. Beadle** et **H. P. Stevens** communiquent leurs recherches sur le blanchissement des pâtes chimiques de bois. Ils présentent, d'autre part, un appareil pour le séchage du papier destiné aux essais. — M. **W. R. Hodgkinson** a constaté que les chlorates peuvent être réduits complètement en chlorures par les sels d'hydrazine en présence de certains catalyseurs, comme CuO ou Fe. La réaction est la suivante : $2KClO^3 + 3Az^2H^4.HAzO^3 = 6H^2O + 3Az^2 + 3HAzO^3 + 2KCl$. — M. **A. T. Hough** a préparé avec le tungstate de sodium deux réactifs qui peuvent servir à l'analyse des matières tannantes par la méthode de Lauffmann.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 20 Mai 1914.

M. **Ch. E. Pellew** a étudié les causes de danger du ferrosilicium. La supposition que les alliages communément employés (contenant de 30 à 70 °/₀ de silicium) sont nécessairement dangereux lui paraît erronée. Le danger de certains ferrosiliciums ne provient pas du pourcentage du Si, mais de la présence d'impuretés évitables : P, As et surtout Ca. Le ferrosilicium pur n'offre aucun danger.

Séance du 22 Mai 1914.

M. **G. Rigg** présente une étude sur les substances réfractaires, dans laquelle il envisage successivement les propriétés suivantes : 1° état réfractaire; 2° grain et compacité ; 3° calcination; 4° porosité; 5° résistance à la pénétration, à la corrosion et aux modifications chimiques; 6° surface et dimensions vraies; 7° conductivité. — M. **G. Mersereau** étudie les avantages et inconvénients des divers substituts qui ont été proposés pour l'essence d'automobile : alcool dénaturé, kérosène, mélanges de kérosène et d'acétone, etc.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 29 Avril 1914.

M. **R. F. Innes** présente quelques observations pratiques sur la préparation des peintures à la chaux et à l'arsenic. Il a obtenu les meilleurs résultats en éteignant la chaux d'abord, puis en ajoutant le rouge d'arsenic immédiatement après. — Le même auteur montre les relations qui existent entre le « toucher » du cuir et son apparence sous le microscope.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 19 Novembre 1913.

M. **D. Grove** communique ses recherches sur la présence et la distribution des diamants dans la Nouvelles-Galles du Sud. Pour lui, la roche-mère de ces diamants est une dolérite décomposée.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 19-20 15-30 OCTOBRE 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Armand Considère. — Survenue peu après la déclaration de guerre, la mort d'Armand Considère a passé presque inaperçue; mais son œuvre mérite de sauver son nom de l'oubli.

Né en 1841, il fit ses études à l'Ecole Polytechnique, puis à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et fut reçu en 1865 ingénieur des Ponts et Chaussées, corps dans lequel il fit toute sa carrière et parvint au grade d'Inspecteur général.

Pendant ses quarante années de service actif, Considère dirigea un grand nombre de travaux de construction de routes, de chemins de fer, de ports et de phares. Il trouva néanmoins le temps de se livrer à de nombreuses études de Mécanique et de Génie civil, et il publia des mémoires importants, en particulier sur les chemins de fer d'intérêt local, les pressions des terres, les propriétés et l'emploi de l'acier dans les constructions, le rivetage, les essais de fragilité, etc.

Mais le nom de Considère restera surtout attaché à la mise en œuvre du ciment armé. C'est en 1899 qu'il publia son ouvrage fondamental sur l'influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et des ciments, dans lequel se trouvent les premières formules rationnelles pour le calcul des ouvrages en ciment armé. En 1901, il inventa le système d'armature en spirale, et l'année suivante il publia un autre mémoire important sur la résistance à la compression du ciment armé ordinaire comparée à celle du ciment à armature en spirale. Un nouveau traité publié en 1907 montre les applications du ciment armé en spirale et contient les résultats d'un grand nombre d'expériences pratiques effectuées avec ce type de ciment.

M. Considère avait été nommé président de la Commission du ciment armé instituée par le Ministère des Travaux publics et qui formula en 1906 les règles à suivre pour l'emploi de cette matière de construction; il prit une part prépondérante aux travaux de ce Comité.

L'Académie des Sciences avait reconnu les services rendus par M. Considère à l'Art de l'ingénieur en le nommant, en 1892, Correspondant dans sa Section de Mécanique.

Le capitaine Cortier. — Mort au champ d'honneur, le capitaine Cortier, du 21e régiment d'infanterie coloniale, avait accompli d'importantes missions en Afrique et il en avait rapporté les matériaux de nombreux travaux scientifiques.

Né au Raincy (Seine-et-Oise) le 9 août 1879, Maurice Cortier, sorti de l'Ecole de Saint-Cyr en 1899, fut nommé sous-lieutenant dans l'infanterie de marine, devenue, l'année suivante, l'infanterie coloniale. A Madagascar, de 1900 à 1903, il fut détaché à la mission géodésique du chemin de fer. Lieutenant depuis 1901, Cortier fit au Soudan, en 1905, avec la compagnie de méharistes du capitaine Cauvin, un remarquable raid de Tombouctou à Taodéni; les deux officiers avaient été les premiers Européens à pénétrer dans cette ville. Revenu seul par une autre voie, le lieutenant Cortier opéra une jonction avec le lieutenant-colonel Laperrine, venu du Touat, et effectua une pénible traversée du désert.

En 1907, le lieutenant Cortier fit avec le capitaine Arnaud une importante traversée saharienne, et les itinéraires levés alors par lui, joints à d'autres précédents, ont permis de réunir les éléments d'une carte d'ensemble d'une partie considérable du Sahara. Il fit, en outre, la première reconnaissance complète de l'Adrar des Iforass, dont il donna une description et des cartes dans son ouvrage : *D'une rive à l'autre du Sahara* (1908) et dans *l'Adrar des Iforass* (*La Géographie*, 15 avril 1908, p. 265-280, avec une carte au 750.000e). Dans l'ouvrage dû aux deux membres de la mission, *Nos confins sahariens*, il fit une étude sur l'organisation des compagnies de méharistes.

De 1908 à 1910, le lieutenant et bientôt après capitaine Cortier, chargé d'une nouvelle mission au Sahara, le parcourut en divers sens, se rendit à l'est jusqu'à Fort-Polignac, puis revint vers le Niger, à travers le pays des Ioulliminden en sillonnant de ses itinéraires

la région à peu près inconnue comprise entre l'Aïr et l'Adrar des Iforass, et en effectuant en cours de route tous les travaux de triangulation nécessaires pour dresser une grande carte saharienne. Poursuivant sa marche vers l'ouest, il suivit un itinéraire nouveau jusqu'à Tombouctou, en traversant notamment le Timétrin à peine connu jusque-là. L'ensemble de ces itinéraires, s'étendant entre l'Algérie et le Soudan sur une largeur de près de 15 degrés de longitude, ne représentait pas moins de 12.000 kilomètres. Il publia : *Exploration au Sahara* (*La Géographie*, 15 septembre 1909, p. 155-164); *Le pays des Touareg Ioulliminden* (*La Géographie*, 15 avril 1910, p. 221-236), études que complètent quelques lettres du voyageur (*La Géographie*, 15 décembre 1909, p. 376-378; 15 février 1910, p. 153; 15 mai 1910, p. 347).

En 1912, le capitaine Cortier fit partie de la grande mission du Transafricain, dirigée par le capitaine Niéger, au cours de laquelle il fut chargé de reconnaître la route la plus courte entre El Aoulef et Tombouctou. Il rendit compte de ce raid difficile dans sa brochure : *Reconnaissance Ouallen-Achourat* (Paris, 1913, avec carte).

Les longues explorations effectuées par le capitaine Cortier, notamment celle de 1908-1910, lui avaient permis d'ajouter un total de 171 points à nos connaissances astronomiques sur l'Afrique occidentale française, et d'établir des cartes contenant dans beaucoup de leurs parties des données entièrement nouvelles : *Carte de l'Aïr* (1912, échelle de : 1/500.000e, 2 feuilles); *Carte de l'Adrar* (1912, même échelle, 2 feuilles), l'une et l'autre publiées par le Service géographique des Colonies. Il a dressé en outre 4 cartes au 1/1.000.000e, Bilma, Azaouak, Tombouctou et Tahoua, dont le Service géographique de l'Armée a entrepris la publication.

Le capitaine Cortier, qui a rapporté d'importantes collections préhistoriques, notamment du Tilemsi, a publié : *Mission Cortier, 1908-1909-1910, Notice de préhistoire saharienne* (Paris, 1913, avec 53 planches).

Il fit, en 1913, un voyage en Asie Mineure au cours duquel il étudia, au point de vue archéologique, la Cappadoce et le Pont et dont il rapporta des renseignements sur la situation économique de la Turquie d'Asie. Il donna de ce voyage une relation : *A travers les Vilayets de l'Asie Mineure*, dans *La Géographie*, 15 janvier 1914, p. 23-33. A la fin de 1913, il s'était embarqué de nouveau pour l'Afrique Occidentale.

Gustave Regelsperger.

§ 2. — Astronomie.

La Voie lactée. — Toutes les recherches sur les corps célestes visibles indiquent qu'ils sont en relation étroite avec la Voie lactée. Dans une étude remarquable[1], M. S. Arrhénius résume ce que nous savons de plus précis sur la constitution de la Voie lactée.

L'hypothèse la plus probable est celle formulée par le Hollandais Easton : la Voie lactée est une nébuleuse spirale d'une grandeur extraordinaire.

Les spectres des nébuleuses spirales ont été dernièrement très bien étudiés par Fath au mont Wilson et par Wolf à Heidelberg. Ces spectres se rapprochent surtout de ceux que donnent les étoiles jaunes et, par exemple, notre Soleil; on observe, en même temps, quelques lignes claires qui ressemblent à celles des étoiles dites Wolf-Rayet. On doit en conclure que les étoiles les plus lumineuses des nébuleuses spirales ont à peu près la même composition que le Soleil ou sont un peu moins développées. On y trouve, en outre, des gaz lumineux, comme dans l'entourage des étoiles Wolf-Rayet. Au début, cette découverte ne semblait pas concorder avec la composition de la Voie lactée, car on a cru, jusqu'à une époque récente, que les étoiles de la Voie lactée étaient principalement des étoiles blanches; mais, dernièrement (1912), Fath a obtenu, à l'aide des appareils extrêmement puissants du mont Wilson, un spectre de fond de la Voie lactée qui s'est révélé comme continu, avec quelques lignes obscures analogues à celles qui s'observent dans les étoiles du type solaire. Il en résulte que la plupart des étoiles de la Voie lactée sont constituées comme notre Soleil. On y trouve aussi une ligne claire qui peut provenir des nébuleuses irrégulières qui existent en grand nombre dans la Voie lactée.

Comment se sont constituées les nébuleuses spirales? Leur forme permet de supposer que deux courants de matière, sous la forme probablement gazeuse, se sont échappés de deux points diamétralement opposés d'une sphère en rotation. Il est difficile de se représenter ce mouvement et cet échappement autrement que par l'effet d'un choc. Ritter, en ses recherches classiques (1878), a conçu la formation des nébuleuses spirales comme l'effet d'une collision de deux soleils. C'est l'opinion qui, avec quelques modifications, a été généralement adoptée. Cependant, fait remarquer M. Arrhénius, « les collisions entre étoiles sont extrêmement rares. En outre, nous ne connaissons pas d'étoiles particulières d'une grandeur telle que deux d'entre elles puissent donner naissance à une Voie lactée. Il est par conséquent improbable que la Voie lactée soit née de deux étoiles ».

Il est bien plus probable que la Voie lactée soit née du choc de deux nébuleuses. Les énormes nébuleuses planétaires possèdent, en effet, des grandeurs bien supérieures aux étoiles. Pour une de ces nébuleuses, la nébuleuse du Hibou, dans la Grande Ourse, on peut calculer qu'elle possède un diamètre de trois années lumineuses, si elle se trouve à la même distance (10.000 années lumineuses environ) que la partie la plus rapprochée de la Voie lactée. En tenant compte de la vitesse relative moyenne de ces astres, qui est d'environ 20 à 30 kilomètres par seconde, il faut admettre que deux de ces nébuleuses, si elles entraient en collision, mettraient 20.000 à 40.000 années environ pour passer l'une devant l'autre. Par suite du choc, la température pourrait augmenter de 10.000°. Cette élévation de température entraînerait une augmentation très notable de la vitesse des molécules en collision; ces molécules s'échapperaient dans toutes les directions et abandonneraient en partie leur mouvement aux molécules gazeuses les plus rapprochées. La vitesse de la masse augmenterait ainsi du centre vers l'extérieur, et il en résulterait, sous l'influence de la pesanteur, un mouvement rotatoire de la masse entière. Les masses gazeuses les plus éloignées vers l'extérieur continueraient leur chemin d'une manière relativement peu troublée, tandis que les parties situées plus près du centre de rotation s'enrouleraient en donnant ainsi naissance à une formation en spirale à peu près comme si la collision s'était produite entre deux Soleils.

De cette nébuleuse spirale, les étoiles se développeraient ensuite progressivement par conglomération. On observe dans les spirales des nébuleuses de forts noyaux de condensation où les étoiles sont disposées en grands amas; à côté, on trouve des endroits qui paraissent obscurs et sont, par conséquent, relativement vides. Au début, les étoiles continuent naturellement le mouvement de la matière de la nébuleuse, mais commencent plus tard à graviter les unes vers les autres, de sorte que le mouvement devient d'autant plus irrégulier qu'elles ont mené pendant plus longtemps une existence indépendante.

Si on étudie le mouvement des diverses étoiles de la Voie lactée, on trouve qu'il est animé d'une vitesse d'autant plus grande que les étoiles sont plus anciennes; cette particularité est très frappante. Voici quelques vitesses moyennes d'astres rangés par ordre d'ancienneté (les plus jeunes sont les premiers) :

Nébuleuse diffuse dans Orion . . .	$v = 0,1$ km
Etoiles Wolf-Rayet	3,7
Etoiles Hélium	6,5

[1] *Scientia*, mai 1914.

Etoiles H blanches	12,6
Etoiles jaunes	12,6
Etoiles rouges Mg	19,3

Les nébuleuses planétaires forment une exception. A en juger par leur vitesse (27 kilomètres), elles devraient appartenir aux corps célestes les plus anciens. Mais, d'un autre côté, leur spectre gazeux montre qu'elles n'ont pas encore commencé à se condenser d'une façon prononcée, ce qui indiquerait qu'elles sont relativement jeunes. La seule explication possible est que ces corps ont émigré dans le voisinage de la Voie lactée en venant d'autres systèmes d'étoiles; ils posséderaient par rapport à notre système toute la vitesse relative du système d'étoiles étranger dont ils proviennent.

L'étude des vitesses des nébuleuses planétaires révèle une autre conséquence assez curieuse. Toutes celles qui sont situées en dehors de la Voie lactée se meuvent dans une même direction, ce qui ne peut être expliqué qu'en admettant qu'elles sont attirées par la Voie lactée. Les nébuleuses situées à l'intérieur de la Voie lactée se comportent d'une façon différente; la gravitation les attire vers le centre, ce qui les oblige à s'éloigner de nous.

Cette force attractive de la Voie lactée s'exerce aussi sur les étoiles. C'est ce que Pickering a montré par la statistique suivante : il a divisé le Ciel en quatre parties égales dans le sens de la latitude galactique et a recherché dans quelle proportion les différentes classes d'étoiles sont représentées dans ces quatre régions. Si la distribution ne reposait que sur le jeu du hasard, on devrait, lorsque le nombre des étoiles est grand, trouver dans chaque région 25 °/₀ environ de chaque classe d'étoiles. Mais elles sont bien plus nombreuses dans la région de la Voie lactée, d'autant plus nombreuses qu'elles sont plus jeunes. La statistique dressée par Pickering montre, en effet, que la distribution dans les quatre régions, très différente pour les étoiles jeunes, devient d'autant plus régulière que les étoiles sont plus anciennes.

De même, les amas stellaires dont les spectres sont de même nature que celui de la Voie lactée, et qui sont très probablement nés de la condensation de nébuleuses planétaires, sont particulièrement abondantes dans la Voie lactée. Zeipel, qui a fait une étude approfondie de ces corps célestes, est arrivé à cette conclusion que nous ne percevons pas seulement un centième de toutes les étoiles qui se trouvent dans l'amas. Ils représentent donc, en partie, des formations très puissantes, composées de 100.000 étoiles environ, et leur masse semble ainsi bien en rapport avec la masse gigantesque de certaines nébuleuses planétaires. Tout semble indiquer que ces amas d'étoiles ont parcouru le même cycle de formation que la Voie lactée.

La Voie lactée, a-t-on dit plus haut, est sans doute née de la collision de deux nébuleuses planétaires. Les grandes étoiles que nous observons sont presque toutes très proches de nous et sont par conséquent dérivées des deux tours les plus rapprochés de la nébuleuse spirale engendrée par le choc; il est naturel qu'elles aient des mouvements de même direction. Si l'on pouvait observer les étoiles les plus éloignées, dans les parties arrière de la nébuleuse, on constaterait sans doute un mouvement en sens opposé. Mais l'éloignement est très grand (le diamètre de la Voie lactée serait, d'après Kelvin, de 3.000 années lumineuses, et sept fois plus grand d'après Wolf), et il est peu probable que l'on puisse découvrir dans ces régions, derrière le centre, un certain nombre de grandes étoiles susceptibles de nous renseigner sur la direction que suit ici le courant de matière.

Si les étoiles se déplacent dans la direction de l'arc de la spirale avec une vitesse moyenne de 20 kilomètres par seconde (ou de 62 millions de kilomètres par an), ce qui correspond à peu près à la vitesse de mouvement des nébuleuses planétaires, il leur faudra environ 3.10^{10} années pour décrire autour du centre un circuit complet. D'ailleurs, comme les étoiles intérieures se déplacent avec une vitesse angulaire plus grande que les étoiles situées vers l'extérieur, après un circuit des parties extérieures, toute la Voie lactée sera complètement déformée et les tours seront beaucoup plus enroulés qu'actuellement; peu à peu, la Voie lactée sera transformée en un chaos compliqué.

En outre, les masses nébuleuses pénétrant dans son intérieur ou passant à côté d'elle déchiqueteront la spirale et transformeront la condensation progressive des masses gazeuses en étoiles irrégulièrement distribuées. Ce lent processus de dissolution de la Voie lactée a très fortement impressionné W. Herschel au cours de ses observations, qui l'a décrit comme s'accomplissant rapidement. Il est vrai que le temps nécessaire à la dissolution embrasse plusieurs milliards d'années. L'impression de Herschel était que la Voie lactée a atteint déjà un degré très avancé de dissolution. Pour Poincaré, la vitesse de rotation de la Voie lactée serait cinquante fois plus grande, en sorte que la rotation complète et la dissolution consécutive s'accompliraient en 650 millions d'années; d'ailleurs, cette vitesse de mouvement échappe aussi bien à notre observation, et nous ne pouvons saisir aucune modification de la Voie lactée, qui nous apparaît absolument identique à ce qu'elle était pour les anciens Egyptiens et qui nous semblerait absolument immuable sans les moyens si précis d'investigation que possède aujourd'hui l'Astronomie physique.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

Signaux pour l'atterrissage de nuit des aéroplanes de guerre. — Notre confrère le *Scientific American* décrit un dispositif ingénieux, dû

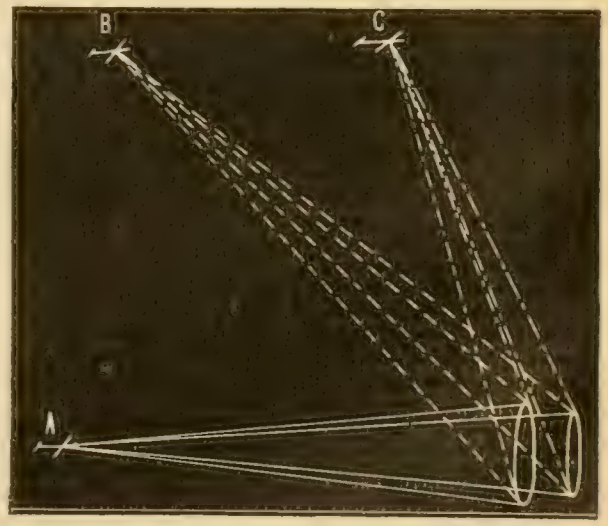


Fig. 1.

à M. E. Hönig, pour permettre aux aéronautes et aviateurs de retrouver leur chemin de nuit ou par un brouillard dense.

Ce signal comprend un système de deux ou plusieurs cercles, placés l'un derrière, à l'intérieur ou au-dessus de l'autre, verticalement ou horizontalement, de façon à ce que leurs centres coïncident. La périphérie de ces cercles est bordée de lampes d'un grand pouvoir lumineux. Quand on les regarde par devant, ils apparaissent comme des cercles, de côté comme des ellipses verticales, de haut comme des ellipses horizontales.

Le dispositif le plus simple consiste en deux cercles

lumineux verticaux de diamètres différents installés l'un derrière l'autre sur le terrain d'atterrissage. Un aviateur placé en A en avant des signaux (fig. 1) apercevra deux cercles concentriques; en B, au-dessus des signaux, il verra deux ellipses qui se coupent; en C, encore plus en l'air, il apercevra deux ellipses placées l'une derrière l'autre. S'il se trouve à gauche ou à droite, le petit cercle ou la petite ellipse se trouveront respectivement sur la gauche ou sur la droite des grands.

L'aviateur qui veut atterrir doit donc manœuvrer son aéroplane de telle façon que les deux ellipses lumineuses, placées l'une au-dessus de l'autre, arrivent à se couper; puis il doit descendre vers elles jusqu'à ce que les ellipses se changent lentement en cercles, et sans se couper s'approchent de la position de cercles concentriques. A ce moment, il sait que son aéroplane n'est plus qu'à quelques mètres du sol et il peut commencer les opérations d'atterrissage dans la direction des signaux optiques.

Ce genre de signaux peut être appliqué non seulement à l'atterrissage des aéroplanes, mais aussi à l'entrée des vaisseaux dans un port.

§ 4. — Physique.

Sur la production de la décharge électrique en aigrette. — Les conditions du passage de l'électricité dans les gaz sont absolument différentes de celles qui caractérisent le mouvement électrique dans les conducteurs solides ou liquides.

Dans les solides, une différence de potentiel, si faible qu'elle soit, peut provoquer le passage d'un courant; dans les liquides, le mouvement s'effectue du moment que la force électro-motrice appliquée est supérieure à la force contre-électro-motrice de polarisation.

Le passage dans les gaz est beaucoup plus complexe; il ne s'établit que si une tension limite est atteinte, mais cette limite elle-même n'est pas constante; elle dépend d'un grand nombre de facteurs : de la pression, de la température et de la nature du gaz, de la forme, de la dimension et de l'écartement des électrodes, de l'influence de certaines actions secondaires : rayons extérieurs (ultra-violets), champ magnétique et champ électrique, et enfin de la nature, grandeur, fréquence et forme de la tension[1].

Pression. La diminution de la pression facilite le passage de l'électricité jusqu'à une certaine limite, où le nombre d'ions n'est plus suffisant pour assurer le transport; une faible variation de pression modifie sensiblement l'aspect de la décharge. Il en est de même aux hautes pressions; les gaz à haute pression conduisent mal; les gaz liquéfiés sont presque isolants; leur conductibilité est du même ordre que celle de l'eau pure. Dans l'air libre, à la pression ordinaire, la décharge peut se produire sous forme d'effluve, d'aigrette, d'étincelle et d'arc; le phénomène de la couronne se produit au passage de l'effluve à l'aigrette; l'effluve est constituée par une sorte de lueur caractéristique; l'aigrette est formée d'une décharge conique, plus ou moins large; l'étincelle est nettement distincte; l'arc est la forme la plus dangereuse, en ce sens que c'est lui qui représente la dépense d'énergie la plus considérable. L'aigrette est toujours positive.

Electrodes. Formes et dimensions. L'aigrette ayant toujours une direction déterminée, l'influence des électrodes se comprend facilement; on n'obtient pas d'aigrette quelle que soit la forme de la cathode, si l'anode est plate; si la cathode est plate, on obtient une aigrette avec une anode formée d'une sphère ou d'un fil et une belle aigrette avec une anode en pointe; c'est cette dernière combinaison qui est la meilleure.

Distance. Elle augmente l'élargissement de l'aigrette.

Nature. Pour la préparation de l'ozone, le platine et l'or donneraient les meilleures résultats; l'argent, l'aluminium, le laiton, le zinc et le fer sont rapidement attaqués par l'ozone; le cuivre et le nickel supportent bien l'action de cet agent; la cathode s'use néanmoins sous l'action du bombardement; l'anode ne montre pas d'usure, même après un service prolongé.

Courant. Le courant continu serait le meilleur.

Tension. La relation est donnée par une formule de la forme $V = a + bl$, c'est-à-dire que la tension de décharge comprend un facteur constant et un facteur variable proportionnel à la largeur. En pratique, on ne peut opérer, pour arriver à un résultat donné, avec une distance quelconque; ainsi, pour préparer de l'ozone, on doit employer une distance de décharge aussi faible que possible: mais, d'un autre côté, l'aigrette ne se maintient pas sous une distance de 5 à 6 millimètres.

Fréquence. Plus la fréquence est grande, moins il y a de danger que l'aigrette dégénère en étincelle; mais, d'un autre côté, le rendement diminue.

Forme. Théoriquement, plus la courbe de tension est effilée, moins il y a de danger qu'une étincelle se produise; l'étincelle suppose, en effet, la production de charges électriques, se neutralisant brusquement sous forme de décharge oscillatoire; l'aigrette est une décharge continue qui s'oppose à toute accumulation.

L'étincelle correspondant à une diminution de résistance, on peut protéger un éclateur contre la production des étincelles en montant dans le circuit qui l'alimente une bobine de self et en le shuntant par un condensateur; lorsque le système fonctionne régulièrement, la self et le shunt produisent une élévation de tension qui permet de l'alimenter avec une source à tension réduite (7.700 v. par exemple pour un déchargeur à 10.000 v.); si une étincelle tend à se produire, c'est-à-dire si la résistance tombe, l'effet du système cesse de se faire sentir, la tension faiblit et l'étincelle s'éteint; l'effet est d'autant plus marqué que le produit LC de la self inductance par la capacité est plus voisin de l'unité; on peut l'augmenter à volonté en augmentant L ou C: c'est généralement la capacité qu'il y a intérêt à accroître, surtout si l'on opère avec de grandes puissances, parce que l'augmentation de la self produit un plus grand déphasage.

§ 5. — Chimie industrielle

Épuration du gaz par la chaleur. — L'idée d'éliminer le soufre par la chaleur a été indiquée dès 1806 par M. E. Heard; Heard additionnait des terres alcalines ou des alcalis au charbon et distillait le tout; cette façon de procéder a été reprise plus tard par Cooper et, récemment, par Paterson. Heard indiquait aussi de faire passer le gaz brut sur des oxydes, chauffés dans des récipients en fer; cette dernière méthode a été appliquée en 1818 par G. Palmer, avec de l'oxyde de fer, placé dans des tubes en fer. Brande reconnut en 1820 que l'on ne pouvait arriver de cette façon à des résultats économiques parce que du carbone se déposait, de sorte que le pouvoir éclairant était réduit; il était d'avis que le soufre n'était pas éliminé et demeurait dans le gaz à l'état de bisulfure de carbone. La question fut reprise en 1840, puis en 1851, à la suite des détériorations résultant de la teneur excessive du gaz en soufre. L. Thompson proposa de purifier le gaz en le faisant passer sur de la chaux portée à haute température; Bowditch fit breveter un procédé identique en 1860; il indiquait d'employer de la chaux, de l'argile ou de l'oxyde de fer à une température de 141 à 215°.

Ces diverses propositions rencontrèrent peu de succès; les producteurs de gaz en étaient peu enthousiastes, parce que les méthodes préconisées entraînaient toutes une diminution du pouvoir éclairant. Eveleigh et G. Livesey ont essayé un procédé consistant

[1] A. Vosmaer: The brush discharge. *Electrician*, 19 juin 1914, p. 454.

à faire la carbonisation à une température modérée, puis à procéder à une seconde distillation; Harris retirait les pyrites à la main. Harcourt suggéra de placer des tournures de fer ou du fil de fer à l'embouchure des cornues pour décomposer les sulfures; Evans introduisait de la vapeur surchauffée dans les conduites; à Beckton, on employait de l'hydrate de chaux. Quaglio, à Stockholm, en 1878, a employé des balles d'argile saturées de chlorures métalliques; à Vauxhall, Cooper mélangeait de la chaux à la houille avant la carbonisation.

En ces derniers temps, MM. Hall et Papst sont arrivés à de très bons résultats dans les usines de la Portland Gas and Coke Company, d'Oregon (U. S. A.); ils appliquent, depuis 1908, une méthode consistant à faire passer les gaz dans un surchauffeur contenant des matières inertes. Il y a deux surchauffeurs; l'un est en service pendant que l'autre est chauffé intérieurement au moyen de gaz fournis par un gazogène. Aux usines de Bankside de la South Metropolitain Gas Company, M. Carpenter, avec le concours de MM. Evans et Franks, a réalisé une méthode plus pratique et plus rationnelle; après de persévérantes observations, il a pu déterminer quelles sont les conditions les plus favorables à l'action catalytique; il a reconnu que le nickel réduit est l'agent catalytique le plus énergique et qu'il convient d'opérer de préférence à 400-500° C.

Pour appliquer pratiquement cette découverte, il a commencé par employer des tubes remplis de morceaux de pierre ponce imprégnés de sels de nickel; mais cette disposition était peu avantageuse, parce qu'il fallait chauffer les tubes à plus de 600° C. pour maintenir l'agent catalytique à la température voulue, ce qui amenait une destruction rapide des appareils; les inventeurs ont cherché une première solution de ce problème en réchauffant préalablement le gaz dans des tubes de 5 centimètres, ne contenant pas d'agent catalytique, avant de les faire passer dans les tubes catalytiques mêmes; ceux-ci étaient constitués par des tubes de 15 centimètres; cette façon de procéder est appliquée aux usines de l'Old Kent Road; l'épuration est très bonne; la diminution moyenne de la teneur en sulfure de carbone est de 79, 3 %, mais les pertes calorifiques par rayonnement sont trop grandes; la disposition adoptée aujourd'hui est la suivante :

Les tubes catalytiques sont placés verticalement dans les compartiments latéraux d'une chambre en maçonnerie comprenant trois parties : une partie centrale formant la chambre de combustion, et les deux parties latérales susvisées, formant les chambres de chauffage; l'appareil est alimenté par un gazogène qui en fait partie intégrante; les gaz chauds sont éliminés en passant par deux couples de réchauffeurs verticaux où ils cèdent leur calorique au gaz à épurer; ces réchauffeurs sont formés d'un réservoir en tôle contenant un tube de 7,5 centimètres; le gaz à épurer est amené au réchauffeur après avoir été débarrassé de son hydrogène sulfuré; il s'échauffe; il est amené ensuite dans les chambres de chauffage, puis passe dans les tubes catalytiques; les courants parallèles sortant de ces tubes sont réunis dans un collecteur et dirigés sur les réchauffeurs, où ils cèdent également leur calorique au gaz à traiter, en circulant en sens inverse de celui-ci; l'un des tubes de chaque couple de réchauffeurs est muni d'une enveloppe protectrice; le gaz est réchauffé à 400° C. avant d'entrer dans l'appareil; la réaction se fait à une température de 430° C.

Aux usines d'East Greenwich, où le système fonctionne dans ces conditions, il y a trois épurateurs. L'installation consomme 5 1/2 t. de coke par jour, pour traiter 3.000.000 p^3 de gaz. La diminution moyenne de la teneur en sulfure de carbone est de 77,7 %. Le traitement ne diminue pas le pouvoir éclairant; mais il augmente légèrement le pouvoir calorifique, réduit faiblement la teneur en naphtaline et en acide cyanhydrique et augmente un peu la teneur en méthane; il ne modifie pas appréciablement la proportion d'autres corps. Le prix de revient est évalué à 3 centimes par 1.000 p^3, y compris l'amortissement.

D'autres méthodes à signaler parmi celles expérimentées actuellement sont celles de Paterson et de M. O. Guillet; dans la méthode de M. Paterson, le charbon est saupoudré de chaux avant d'être chargé dans les cornues; dans celle de M. Guillet, le bisulfure de carbone est décomposé par l'eau en présence d'un agent catalytique; la réaction se fait à une température de 130° C.; l'agent catalytique est l'oxyde de fer, l'épuration est très bonne [1]. **H. Marchand.**

§ 6. — Sciences médicales

Sur certaines blessures graves par balles de fusil. — Les balles de plein jet, étant donné le petit calibre et l'énorme vitesse initiale de ces projectiles, traversent généralement les parties molles de l'organisme sans occasionner de grands dégâts.

On a cependant observé des blessures par balles particulièrement graves, et le Dr Rochard en a signalé récemment quelques exemples frappants à l'Académie de Médecine. Elles ressemblent à celles faites par un éclat d'obus de petite dimension : la plaie d'entrée est étendue, irrégulière, déchiquetée; elle donne naissance à une cavité ou à un trajet plus ou moins anfractueux, toujours infecté, prouvant que le projectile s'est contaminé au contact d'un corps étranger et qu'il a repoussé devant lui des fragments de vêtement.

M. Rochard attribue ces blessures à des balles ayant *ricoché*. Le fait de frapper un corps dur a déformé la balle, la transformant en un corps irrégulier, et, en lui faisant perdre ses qualités balistiques, lui imprime un mouvement de bascule qui fait qu'elle dilacère les tissus dans lesquels elle pénètre. Les dégâts faits au squelette sont peu considérables, car le fait même d'avoir heurté un objet étranger, avant de pénétrer dans l'organisme, amortit considérablement la force de pénétration du projectile, qui s'arrête volontiers à la moindre résistance.

La possibilité du ricochet ne peut être mise en doute, car étant donnée l'énorme quantité de projectiles tirés il est forcé que beaucoup rebondissent sur des cailloux du sol, des parois de murs, des troncs d'arbre ou même sur des parties dures de l'équipement du soldat.

L'existence de ces balles déformées par ricochet peut faire croire à l'emploi par l'ennemi de balles dum-dum, qui ont absolument les mêmes effets. L'examen des lésions n'est pas concluant à cet égard; pour prouver l'utilisation de balles dum-dum, il faut constater la présence de projectiles de cette nature n'ayant pas encore été tirés.

D'autre part, le Dr Tuffier a également signalé, à l'Académie de Médecine, l'observation, chez des blessés revenant des tranchées, de plaies dont l'orifice d'entrée et la forme conique profonde ne cadraient pas avec l'emploi des balles cylindro-coniques. Ces plaies lui paraissent devoir être attribuées, au moins dans certains cas, à des balles *retournées*, c'est-à-dire placées dans la douille le culot en avant.

Ce retournement s'opère très facilement pour les balles allemandes qui ne sont pas serties sous pression dans leur douille, comme les balles françaises. Les balles allemandes, formées d'un noyau de plomb recouvert d'une enveloppe dure de ferro-nickel, *sauf à la base*, lorsqu'elles sont lancées la pointe en arrière, vont frapper les tissus par une surface formant un véritable anneau dur, au milieu duquel est le plomb, qui, chassé en dehors de son enveloppe, déchire les tissus. Ce sont alors de véritables balles dum-dum.

Des chargeurs pleins de cartouches à balles retournées ont été recueillis sur plus de 150 Allemands, le 15 octobre, aux environs d'Arras, et des prisonniers allemands eux-mêmes ont indiqué comment ils préparaient des projectiles de ce genre.

[1] Carpenter : *Institution of Gas engineers*, juin 1914.

LES SYSTÈMES BIO-CHIMIQUES ET LEUR ROLE DANS LE DÉVELOPPEMENT DE L'ORGANISME

Jusqu'à ces derniers temps la différence des races et des individualités humaines, comme aussi des espèces animales, était ramenée à l'action des facteurs externes : climat, nature du sol, conditions d'existence, etc., avec le concours de l'hypothèse émise par Darwin sous le nom de sélection naturelle, c'est-à-dire avec l'admission que les individus plus adaptés à la vie perpétuaient l'espèce, tandis que les autres étaient condamnés à disparaître. A côté de la sélection naturelle, pour expliquer les progrès de l'adaptation, on a émis une autre hypothèse des variations brusques, connues depuis de Vries sous le nom de mutations, se ramenant de nouveau au changement des facteurs externes. Enfin, ceux qui ne se contentaient pas de ces deux hypothèses ramenaient la formation des organes à la théorie lamarckienne du développement fonctionnel par l'exercice, et de l'hérédité des caractères acquis.

Bref, avec les travaux de Lamarck, Darwin et Spencer, la théorie de l'évolution naturelle s'est tout-à-fait implantée en Biologie, mais les causes internes des variations qu'on observe dans le monde vivant sont restées inexpliquées, de même que la transmission de celles-ci à la descendance.

Que la sélection naturelle ne suffise pas pour les expliquer, on l'a dit déjà bien des fois et nous n'avons pas besoin d'y revenir en détail. Il suffira de rappeler que ce n'est pas un principe créateur, mais simplement la constatation du fait que certaines variations, produites on ne sait comment, se maintiennent dans la Nature. Il est clair que dans cette conception, quelle que soit l'importance des conditions externes et de l'adaptation à celles-ci, le principal rôle revient tout de même aux facteurs internes, car ceux-ci déterminent les variations organiques sans lesquelles la sélection même n'aurait pas eu lieu. Comme facteurs internes on comprend naturellement les processus bio-chimiques de nutrition et de croissance, où réside par suite le vrai mystère de l'évolution des espèces.

I

En ce qui concerne le monde végétal, cette thèse n'a pas besoin d'être poussée plus loin, car chacun sait que les jardiniers obtiennent des variations dans la couleur et même dans la forme des feuilles en arrosant les plantes avec certains produits chimiques. Passons donc tout de suite aux animaux, où ce phénomène exige un examen plus approfondi, le processus de nutrition et de croissance étant là bien plus complexe.

L'influence générale de la nourriture sur le développement de l'organisme est là aussi un fait reconnu et on pourrait citer toute une série de recherches qui ont établi la corrélation du processus bio-chimique avec la croissance et le développement de certains organes. On a démontré que chaque organe, même chaque cellule, sécrète dans le sang les produits spécifiques de son activité, ce qui explique l'action qu'ils peuvent avoir sur tout l'organisme. Une importance toute particulière revient ici aux glandes intérieures, c'est-à-dire à sécrétion interne, qu'il faut avoir tout d'abord en vue lorsqu'il est question d'une action trophique sur l'organisme.

Tels sont la glande thyroïde, les parathyroïdes, le thymus, la glande pinéale, l'hypophyse, la sous-gastrique, les surrénales, les génitales, etc., dont l'importance a été depuis longtemps reconnue par la science. Notons seulement que certaines de ces glandes ont une action directement opposée sur le système nerveux et les échanges. Ainsi, par exemple, la thyroïdine, l'adrénaline et la sécrétion de l'hypophyse renforcent la leucocytose et augmentent l'élimination des sels organiques, tandis que la glande sous-gastrique et les parathyroïdes ont une action inverse.

Certaines de ces glandes ont, en outre, une action spécifique sur les échanges salins. Ainsi, Schiff a montré que l'injection de l'extrait hypophysaire a pour effet de diminuer l'élimination du phosphore par le rein et, au contraire, de renforcer celle qui se fait avec les excréments par les intestins. Les expériences de Scholtz ont montré que l'injection de la thyroïdine renforce l'élimination du phosphore dans les excréments. Les recherches de Falt font conclure que l'introduction de la thyroïdine ou de l'infundibuline renforce l'élimination du magnésium par les urines et du calcium par les intestins. Mac Callum et Voegtlin ont trouvé, d'autre part, que l'ablation des glandes parathyroïdes a pour effet d'augmenter l'élimination de calcium et en concluent que celles-ci ont une action inhibitrice. Bref, il est clair que les glandes en question ont une action directe sur les échanges salins de l'organisme, mais de nature très variée.

Sur le système nerveux les sécrétions glandulaires ont aussi une action très diverse, tantôt exci-

tante, tantôt déprimante, selon qu'il s'agit de système nerveux central ou de système sympathique. Ainsi, la glande sous-gastrique et les parathyroïdes excitent le système nerveux central et dépriment le sympathique, tandis que les capsules surrénales, la thyroïde et l'hypophyse agissent dans le sens contraire. La thyroïde contient, cependant, des substances qui sont excitantes pour le système nerveux central, mais d'une manière générale on peut dire qu'il y a là un antagonisme, comme dans le jeu des muscles[1]. Les glandes qui excitent un système dépriment l'autre.

Outre celà, il y a encore une action régulatrice des uns sur les autres, car le système nerveux sympathique sert à son tour à innerver l'activité des glandes. Ainsi, par exemple, l'adrénaline, qui est un produit des capsules surrénales, excite le système sympathique qui a une action inhibitrice sur l'activité de celles-ci.

Il s'établit par là une action très importante du système nerveux sympathique sur la nutrition des tissus.

On connaît ensuite l'influence des glandes sur l'activité des vaisseaux sanguins. Les recherches de Bertelli, Falt, Sweeger et autres ont montré que les substances qui excitent le sympathique, renforcent la réaction de la moëlle osseuse, déterminant une leucocytose neutrophile avec diminution du nombre des éosinophiles, tandis que celles qui excitent le système nerveux central et le nerf vague ont pour effet une leucocytose éosinophile avec augmentation des formes mononucléaires et rétention temporaire des éosinophiles dans les organes. Ainsi, on voit que les glandes à sécrétion interne ont une action spécifique sur la composition du sang, où se manifeste également leur mutuel antagonisme.

Ce qui est particulièrement important pour nous, c'est qu'il en résulte une interaction et un équilibre qui deviennent caractéristiques pour l'organisme — consistant en actions stimulantes sur le développement de certains tissus et certains organes et en actions inhibitrices sur le développement de certains autres. Il est à noter que les glandes agissent aussi l'une sur l'autre, notamment par le produit de leur sécrétion qui a reçu de Starling le nom d' « hormone ». Cette action est généralement spécifique et élective, ce qui veut dire que la sécrétion d'une certaine glande ou l'injection de son extrait n'agit que sur certaine autre, mais cette corrélation n'est pas toujours rigoureusement exacte. Ainsi, la sécrétion de Bayliss et Starling, qui est spécifique pour le suc sous-gastrique, provoque en même temps une sécrétion du suc gastrique, comme aussi de la bile et de la salive.

Comme exemple d'une action de ce genre, on peut citer encore celle du germe sur les glandes mammaires et aussi, en partie, la thyroïde pendant la grossesse. Les expériences de Lane-Claypon ont montré que l'injection d'un extrait du germe détermine chez une femelle encore vierge le gonflement des mammelles, et chez une qui a déjà mis bas plusieurs fois fait jaillir directement le lait. On observe, de même, pendant la puberté, la régression du goître avec développement corrélatif de la thyroïde sous l'action des glandes génitales, et l'hyperthrophie de l'hypophyse, avec l'affaiblissement de celles-ci.

Ce sont là des cas d'une action naturelle, résultant de la mise en jeu des produits mêmes de l'organisme, mais un résultat analogue peut être obtenu, comme on a déjà vu, par l'injection artificielle de l'extrait glandulaire, comme aussi par l'ablation des glandes. Bayliss et Starling ont trouvé que l'injection dans le sang d'un extrait des muqueuses de l'intestin grêle combiné avec 0,4 % de HCl, qu'ils appellent sécrétine, renforce la sécrétion de la glande sous-gastrique. Cela fait que l'augmentation des acides dans le gros intestin n'est pas seulement un phénomène réflexe, mais tient aussi à l'action directe du sang. On sait aussi que l'hypertrophie de la thyroïde s'accompagne souvent de ménopause, tandis que l'ablation de celle-ci a pour effet une maturation précoce des follicules. L'antagonisme entre la thyroïde et les ovaires ressort nettement du fait que la première est un accélérateur du pouls, et les seconds agissent en le ralentissant, comme aussi de ce que la thyroïde favorise la formation des os, tandis que les ovaires ralentissent l'ossification. Parhon et Goldstein voient un antagonisme entre la thyroïde et les ovaires aussi par rapport à la circulation sanguine. D'autre part, on trouve des indications sur une action aseptique de la thyroïde en cas d'hypersécrétion des ovaires[1]. Enfin, il est un fait établi que la castration a pour résultat, chez les animaux, le développement du goitre[2].

Une corrélation analogue s'observe entre les ovaires, d'une part, et les capsules surrénales, l'hypophyse et la moelle osseuse de l'autre[3]. On sait, en outre, que les capsules surrénales sont composées d'une couche molle et d'une couche dure

[1] Comme exemple d'antagonisme, on peut citer le fait que l'injection de l'adrénaline (extrait des capsules surrénales) ne détermine un élargissement des pupilles qu'après l'ablation de la glande sous-gastrique, qui a une action déprimante sur le nerf sympathique.

[1] Voir Z. Okintchitz dans le *Journal de l'accouchement et des maladies de la femme* (en russe), 1907.

[2] Dr Sokolow : *Le thymus chez l'homme* (en russe). Saint-Pétersbourg, 1910.

[3] Voir Lingen dans *Rousskiy Wratch*, 1910, nos 18, 19, 22.

qui forme enveloppe, dont la première fabrique l'adrénaline, et la seconde la choline, substances qui se trouvent de nouveau sous différents rapports dans un état d'antagonisme l'une avec l'autre. Ajoutons à cela que la couche corticale de ces capsules est en rapport avec la formation des lipoïdes, et comme ceux-ci sont une partie intégrante de la substance cérébrale, on comprendra que l'absence congénitale des capsules ou l'atrophie de celles-ci s'accompagne d'anencéphalie.

La corrélation entre la thyroïde et le thymus est tout à fait évidente. On a bien des fois constaté la conservation du thymus dans la maladie de Basedow (Markham, Gierke, etc.) et on sait que l'ablation chirurgicale de celui-ci donne ici des résultats très mauvais (Capelle, Bonnet, Thorbecke, Netzel, Gelebe, etc.). Certains auteurs pensent que la sécrétion du thymus a une action neutralisante sur celles de la thyroïde (Vehla, Hart, Hansemann), d'autres, qu'elles s'équilibrent mutuellement (Gebele). La thyroïde se trouve d'autre part dans un rapport d'excitation mutuelle avec les capsules surrénales, et dans un rapport d'antagonisme avec la glande sous-gastrique (Falt, Eppinger, Rüdinger). L'hyperthyroïdisme s'accompagne d'une dépression dans l'activité de cette dernière et d'un renforcement de la substance médullaire des capsules surrénales qui fabrique l'adrénaline. C'est ce qui explique l'apparition dans ces cas-là de la glycosurie, alimentaire ou spontanée. On sait notamment, depuis longtemps, que les injections d'adrénaline, chez les chiens, produisent la glycosurie, tandis que si on les fait à un chien affamé trois jours après l'ablation de la thyroïde, l'action glycosurique ne se produit pas. Le fait est que l'ablation de la thyroïde entraîne un affaiblissement des échanges et empêche l'adrénaline de renforcer la leucocytose. D'autre part, si on enlève la glande sous-gastrique, les injections d'adrénaline renforcent l'élimination de l'azote, et la glycosurie devient encore plus nette. Bref, l'ablation de la thyroïde a pour effet : 1° de supprimer l'action inhibitrice sur la sous-gastrique et de renforcer l'activité de celle-ci ; 2° d'affaiblir l'action stimulante sur la fabrication de l'adrénaline, ce qui fait que l'injection artificielle de celle-ci ne suffit plus pour déterminer la glycosurie.

Voici maintenant l'antagonisme qui existe entre la thyroïde et l'hypophyse. L'ablation de la thyroïde a pour résultat l'hypertrophie des cellules hypophysaires et la dégénérescence colloïde de cet organe, avec formation de cavernes, tandis que chez les malades atteints d'acromégalie, on remarque la fréquence du myxœdème. D'autre part, il a été constaté que la présence d'une hypophyse bien développée permet de supporter mieux l'ablation de la thyroïde.

Enfin, il y a aussi des indices d'une corrélation analogue entre les capsules surrénales et le foie.

D'autres glandes à sécrétion interne, comme, par exemple, les amygdales, ne se trouvent pas dans cet état d'antagonisme, mais ont toujours une action très importante, directe et indirecte. C'est-à-dire qu'en cas d'ablation on perçoit un effet direct et aussi un effet indirect, par suite d'une rupture d'équilibre dans l'activité des autres glandes. Notons à ce propos que l'action d'une glande sur une autre peut être de nature assimilatrice ou désassimilatrice. La première consiste à former de nouveaux tissus, la seconde à les désagréger. Il arrive aussi que la même glande agit des deux manières. Ainsi, l'extrait de la thyroïde a une action assimilatrice sur la formation des os et une action désassimilatrice sur d'autres processus.

II

Mais ce n'est pas encore tout. D'autres observations montrent que les sécrétions glandulaires agissent non seulement sur la formation de certaines parties de l'organisme, mais aussi sur les variations morphologiques de ce dernier. On sait, par exemple, que l'ablation de la thyroïde, chez de jeunes animaux, les fait tomber dans un état de crétinisme avec altération de la charpente osseuse et ralentissement du processus d'ossification. Nous avons fait faire là-dessus des recherches spéciales dans notre laboratoire (Dr Akopenko) qui ont montré qu'on se trouve ici en présence d'un raccourcissement des os tubaires, d'une diminution de la taille et d'une altération spécifique du crâne dont la croissance, inhibée à la base, se poursuit à l'occiput à l'aide du tissu conjonctif.

Pierre Marie et d'autres cliniciens ont expliqué, d'autre part, l'action morphologique de l'hypophyse. Une lésion de cette glande a pour effet la maladie qu'on appelle acromégalie ou gigantisme. Là-dessus il existe déjà toute une littérature qui peut être résumée comme suit : L'hypophyse joue un rôle très important dans l'organisme grâce à la sécrétion de sa région antérieure, glandulaire, qui, passant par la région postérieure, nerveuse, pénètre dans le 3e ventricule. La composition chimique de cet extrait n'est pas encore bien connue, mais on sait qu'il a une action sédative, comme la quinine, et une action excitante, comme l'adrénaline. Les recherches faites dans notre laboratoire par le professeur Narbout ont montré que l'ablation de l'hypophyse a pour effet immédiat de renforcer l'élimination du phosphore et de l'azote et font conclure que la diminution rapide du poids des

animaux après l'opération doit être mise au compte des substances azotées. On voit d'autre part qu'il y a là aussi une action sur les échanges gazeux. D'autres recherches de ce genre ont montré que les sécrétions de l'hypophyse agissent sur le développement du squelette, sur le fonctionnement des organes génitaux, sur l'innervation des vaisseaux sanguins, de la vessie et des intestins. Si elle sécrète trop pendant la croissance, c'est le gigantisme, après, c'est l'acromégalie, tandis que l'hyposécrétion a pour effet un état de dystrophie adipeuse avec formation de dépôts de graisse et atrophie des glandes génitales. Il y a là une autre action que celle de la thyroïde, sur la formation des os et, par suite, aussi sur le développement général de l'organisme.

Dernièrement on a conclu que la glande pinéale située au-dessus des tubercules quadrijumeaux est en rapport avec la formation des organes génitaux, car les lésions pathologiques de celle-ci s'accompagnent d'un développement très précoce et exagéré de ces organes. On a trouvé aussi des indications sur l'influence des capsules surrénales dans le développement de l'ostéomalacie[1]. Quant à l'action des glandes séminales sur la croissance de l'individu et la formation des signes secondaires du sexe, elle est bien connue et on la démontre facilement par les expériences. Lorsque l'ablation est faite à un âge assez tendre, on est tout de suite frappé par l'insuffisance des appendices cutanés et osseux, par l'appauvrissement de l'organisme en graisse, par un changement dans la couleur des plumes chez les oiseaux, par l'altération du gosier et de la voix, etc. Et, inversement, il suffit d'injecter un extrait des glandes séminales pour supprimer l'effet de cette opération. Enfin, l'influence des sécrétions du foie sur la coloration du tissu cutané est déjà depuis longtemps établie par les observations cliniques.

Il faut donc reconnaître dans l'organisme l'existence de certains systèmes bio-chimiques constitués par l'activité de ces glandes. Ainsi, par exemple, la formation des os du cartilage, comme aussi la formation des muscles, est en rapport avec l'activité de deux glandes : de la thyroïde et de l'hypophyse qui s'entr'aident, pour ainsi dire, mutuellement, tandis que les ovaires jouent ici le rôle des antagonistes. Cet antagonisme ressort, entre autres, des observations qui ont été faites dernièrement, notamment que, pendant la grossesse, simultanément avec les altérations dans le fonctionnement des organes sexuels, se produisent aussi des altérations cellulaires dans l'hypophyse. Le développement des appendices cutanés, de la couche graisseuse sous-cutanée, des glandes mammaires et du gosier se trouve dans un rapport aussi direct avec les formations glandulaires des organes génitaux et la thyroïde. La coloration des téguments cutanés et de leurs appendices, c'est-à-dire la formation du pigment, est en rapport avec l'activité du plexus solaire et du foie. Le développement de l'énergie musculaire est en rapport en partie avec l'activité des glandes génitales, en partie avec celle des capsules surrénales. La croissance du cerveau est en rapport avec le développement de la couche corticale de ces dernières qui fabrique la choline. Enfin, la formation des organes génitaux est en rapport direct avec les fonctions de l'hypophyse et en corrélation bien établie, mais moins précise pour le moment, avec l'activité de la glande pinéale.

III

On voit combien la croissance de l'individu et la formation de ses organes dépendent de l'activité de ces glandes et de leur action directe ou indirecte sur les échanges bio-chimiques. Pour nous, les différences qu'on observe entre les deux sexes comme entre les individus du même sexe, entre les races humaines comme entre les espèces animales, tiennent principalement à la combinaison de ces facteurs dans l'organisme. Celle-ci doit être déterminée d'une part par le croisement des races, d'autre part par les conditions externes de l'existence : de la nutrition, de l'action du soleil, du plein air, etc.

L'influence du croisement des races est déjà depuis longtemps reconnue en Biologie, mais comme un fait global, sans détermination précise de sa portée. Après ce qui vient d'être dit, on peut, semble-t-il, conclure qu'elle tient grandement à la combinaison des éléments glandulaires dans l'embryon et à leur action pendant la croissance. Nous en avons une preuve directe dans le fait que l'hérédité ne présente pas une combinaison de toutes les particularités des deux parents, mais *une sélection de celles-ci, en rapport avec la caractéristique fonctionnelle de certaines glandes.* Ce qui parle tout d'abord en faveur de cette thèse, c'est la détermination des caractères secondaires du sexe par les glandes génitales. Ceux-ci sont quelquefois de nature si particulière — par exemple la taille, la voix, le système pileux ou le teint — qu'on les prendrait facilement pour un attribut de l'espèce, et cependant ils tiennent essentiellement à ce que l'individu en question est doté de spermatozoïdes ou d'ovaires. Un autre exemple, ce sont les cas de gigantisme et de nanisme qui sont quelquefois héréditaires. Ceux-ci relèvent directement de la

[1] Rossi : *Centralbl. f. Gynæcolog.*, n° 42.

prépondérance fonctionnelle ou, au contraire, de l'insuffisance de l'hypophyse et de la thyroïde. On le voit du fait que, dans un cas comme dans l'autre, le développement de la boîte cranienne n'est pas en rapport avec la taille de l'individu. Chez le géant, elle est généralement trop petite; chez le nain, au contraire, démesurément grande. Comme l'occiput se forme aux dépens du tissu conjonctif et non pas des cartilages dont le développement est déterminé par l'activité des glandes en question, c'est là un fait très significatif. Si le gigantisme et le nanisme relevaient de facteurs plus généraux, le premier s'accompagnerait toujours de macrocéphalie, et le second de microcéphalie, tandis qu'on observe généralement le contraire.

Enfin, partout dans la Nature, le caractère vif et querelleur des mâles, qui tient manifestement à l'action des glandes sexuelles, va de pair avec le développement et la coloration des appendices cutanés, surtout chez les oiseaux. Comme exemple, parmi tant d'autres, on peut citer ici le colibri, qui se distingue aussi bien par la beauté de son plumage que par la vivacité de ses mouvements et un caractère particulièrement querelleur. Ce qui prouve que les deux séries de phénomènes ont une cause commune dans l'activité des glandes sexuelles, c'est que les uns et les autres se développent en rapport avec la vie sexuelle et, notamment chez les oiseaux, prennent un relief tout particulier dans la période du rut.

Tout cela prouve que les différences entre les espèces animales, les races et même les individus tiennent grandement à l'influence des sécrétions glandulaires. A les voir de près, on se rend compte que les variétés anthropologiques, la couleur de la peau, le type du visage, la nature des cheveux, etc., en relèvent aussi bien que la formation du squelette, et comme les sécrétions glandulaires agissent d'autre part sur l'activité du système nerveux, il est clair qu'elles sont aussi en rapport avec la différence des tempéraments et des caractères.

On se demandera, peut-être, si l'activité des glandes relève à son tour des facteurs externes, tels que le soleil, l'humidité, les conditions générales d'existence et de nutrition? De nombreuses observations faites par les naturalistes ne laissent pas là-dessus le moindre doute. On sait, par exemple, que certains papillons, qui ont longtemps passé pour des espèces particulières, se sont révélés comme étant des variétés en rapport avec les saisons de l'année : le printemps, l'été ou l'automne. On connaît les observations de Dastre, de Féré et de beaucoup d'autres sur les changements qui se produisent dans la couvée sous l'action des facteurs externes sur les œufs. Les expériences faites par G. Reitz dans notre laboratoire ont démontré l'influence de l'alcool sur la descendance. On pourrait citer encore bien des observations qui prouvent que les plantes et les animaux changent dans leur taille, dans le développement de certaines parties, dans la coloration des téguments, etc., en rapport avec les variations du climat et d'autres facteurs externes. C'est un phénomène analogue à celui qui se produit sous l'action des sécrétions internes, des « hormones » comme le dit Starling, mais ici l' « hormonisme » est externe, produit par l'action plus éloignée de la température, des rayons solaires, de la saturation de l'air, etc. Que ces facteurs-là agissent sur l'activité des glandes et par elle sur le développement de l'organisme, nous en avons une preuve directe dans certains pays où les facteurs externes, qu'on n'arrive pas encore à préciser, agissant sur le développement et l'activité de la thyroïde, ont pour résultat le grand nombre de crétins, de goitreux ou de nains qu'on trouve dans la population. Ce sont, il est vrai, des cas pathologiques où il s'agit de facteurs morbides, mais de là aux variations simplement morphologiques il n'y a qu'une différence de degré. On a trouvé récemment dans les montagnes de la Sibérie Orientale des malformations du squelette tellement répandues que les indigènes ne les considèrent même pas du tout comme des anomalies. Cependant, dans les cas qui ont été soumis à notre examen, il s'agissait d'un raccourcissement des os tubaires qui provenait de même d'une insuffisance de la thyroïde dans la période de la croissance. Il est clair que celle-ci tenait aux conditions locales d'existence et de nutrition. On sait, d'autre part, comment la nourriture agit sur la force musculaire et l'activité sexuelle de l'individu, manifestement par l'intermédiaire des glandes génitales.

IV

Ce qui est plus important, c'est la question de savoir si les changements précités dans l'activité des glandes sous l'influence des facteurs externes peuvent se transmettre à la descendance, car cela expliquerait non seulement les différences individuelles, mais encore l'évolution des races et des espèces animales. Nous nous heurtons là au grand problème de l'hérédité des caractères acquis et, notamment, à un de ses cas les plus énigmatiques. Le fait est qu'il s'agit ici d'influences plus éloignées que, par exemple, dans le cas du développement d'un organe par l'exercice ou de sa suppression par l'ablation. Ce problème est encore en voie d'élaboration, mais nous croyons tout de même pouvoir prendre position à son égard.

On sait que Darwin lui-même admettait la transmission à la descendance non seulement des caractères innés, mais aussi des caractères acquis.

Les néo-darwiniens, Weissmann en tête, se prononcent, par contre, dans la plupart des cas, pour la négative. Pour Weissmann, d'après sa théorie du « plasma germinatif », l'organisme n'acquiert et ne transmet rien, sinon une simple prédisposition, les caractères qu'on appelle acquis n'étant pas autre chose que des altérations locales ou générales produites par des facteurs externes. « Comment peut-on admettre, dit-il, que le développement des muscles par l'exercice, ou l'élargissement des yeux par la lecture, ou bien la disparition de l'appendice caudal par l'ablation, ou le perfectionnement de l'ouïe par la musique se transmettent à l'œuf ou au spermatozoïde, du moment que ceux-ci ne possèdent ni muscles, ni yeux, ni queue, ni oreilles ? »

Malgré une dénégation aussi catégorique, bien des auteurs se sont prononcés là-dessus dans le sens affirmatif. On peut citer ici, après Darwin, Brooks, Haake, Ryder, Emery, etc., et Weismann lui-même a été forcé d'étendre plus tard, dans le sens indiqué, sa théorie de la prédisposition congénitale. Depuis, ce problème a été le mieux éclairé par Yves Delage [1]. Celui-ci a d'abord précisé tout ce qui peut entrer dans la catégorie des caractères innés, où la transmission héréditaire est pour lui hors de doute. Il comprend ici les signes anatomiques, tels que la couleur des yeux, les mèches blanches ou les *nævus*, les signes physiologiques comme, par exemple, le timbre de la voix ou la *gaucherie*, les signes tératologiques, comme les doigts surnuméraires ou soudés, et les signes psychologiques en tant qu'ils relèvent d'une particularité organique de l'individu. Quant aux caractères acquis, il distingue ici trois catégories : 1° les mutilations ; 2° les effets de l'usage ou de la désuétude ; 3° les effets des conditions de vie. Pour la première, il se prononce résolument dans le sens négatif, disant que la transmission héréditaire n'a jamais été prouvée ici et que les cas positifs doivent être ramenés à une simple coïncidence. Au sujet de la seconde, il reste dans le doute, disant qu'on manque là de preuves positives, mais que, d'autre part, il n'y a pas non plus de preuves absolues en faveur de la négation. Enfin dans la troisième catégorie il distingue les états pathologiques, comme les inflammations ou l'épilepsie dans les expériences de Brown-Sequard, qui se transmettent à la descendance « en tant qu'ils proviennent d'un ébranlement ou d'une lésion de système nerveux ».

En somme, Delage n'exclut de la transmission que les altérations brusques produites par la voie opératoire. Les résultats de Brown-Sequard ont été confirmés par Westphal, Obersteiner, Dupuis et Romens ; mais, en 1905, Sommer les a de nouveau remis en doute. Les recherches encore plus récentes d'Adam Wrzosek [1] et d'Adolf Maciesza [2] parlent aussi là-contre. Elles montrent, semble-t-il, que, dans la descendance des cobayes devenus épileptiques par la résection du nerf sciatique, on n'obtient plus d'accès véritables par l'excitation de la zone hypéresthésique. On n'obtiendrait que des accès incomplets qui ne signifient rien, car ils s'obtiennent souvent (dans 8 cas sur 17) aussi chez des cobayes tout à fait sains. Cela fait que la transmission de l'épilepsie chez les cobayes ne peut pas être considérée comme étant tout à fait établie.

Dans les cas pathologiques, Delage signale l'importance qui revient aux états constitutionnels, tels que les diathèses et l'hémophilie, où le tissu germinatif lui-même est atteint, et aux intoxications telles que la syphilis et la tuberculose où la contagion se transmet avec les produits sexuels. D'après lui, ce qui fait qu'il est difficile de l'établir pour d'autres maladies, c'est qu'on n'est souvent nullement sûr si elle est congénitale ou acquise et qu'on ne peut non plus se prononcer avec certitude sur l'époque où elle a commencé. Pour d'autres effets des conditions externes de la vie, il reste lui-même dans l'incertitude, reconnaissant qu'on voit là souvent une action directe sur le plasma germinatif, mais d'autre part que les observations sont loin de concorder entre elles.

Cependant, on peut citer des faits très suggestifs en faveur de cette thèse. Ainsi, sans parler des expériences de Nägeli qui ont été contestées par Candolle, Schübeller et d'autres, Hoffmann [3] a montré que les variations obtenues chez certaines plantes (*Papaver*, *Arayemon*, *Rhacas*, *Nigella*, etc.) par un changement de la nutrition, se transmettent à la descendance. Standfuss [4] a obtenu la même chose dans le règne animal. Il a montré notamment que les variations du coloris chez certains papillons sous l'effet de la température se transmettent aux générations suivantes. Les expériences de Standfuss remontent déjà à 1896. Elles permettent de suivre la corrélation des faits avec leurs causes ; l'élévation progressive de la température retentissait sur les papillons par des changements graduels de leur coloris. De ces papillons (*Vanessae art.*) qui ont changé de couleur sous l'action d'une température très basse, descendant jusqu'à —5° C., il a obtenu une descendance au nombre de 43 exemplaires avec la même altération du coloris. Celle-ci

[1] Yves Delage : *L'hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale*. Paris, 1903.

[1] A. Wrzosek : *Bulletin internat. de l'Acad. d. Sciences de Cracovie*. 1910, n° 3.

[2] Maciesza : *Kosmos*, 1911, t. XXXVI ; *Folia Neurobiologica*, 1911, n° 18.

[3] Hoffmann : *Biologische Zeitschrift*, 1887.

[4] Standfuss : *La vie des papillons* (en russe). Saint-Pétersbourg, 1901.

était particulièrement nette chez les mâles et chez deux femelles. Les générations ultérieures nées dans les conditions normales, mais malheureusement très décimées par la maladie du sommeil, ont donné les résultats suivants : 7 paires ont donné une descendance peu nombreuse à cause de cette maladie, mais avec retour très net au coloris normal, et la 8e a donné un exemplaire avec conservation du coloris altéré et trois avec déviation vers le même type. Tous les quatre étaient des mâles.

Des résultats analogues ont été obtenus par Fischer et Pictet[1]. Le premier a obtenu un changement de la couleur et même de la forme des ailes en soumettant les chrysalides (de l'espèce *Arctia eja*) à des températures très basses (jusqu'à —10° C.). Ces altérations se conservaient dans 10 % des cas chez la descendance élevée dans les conditions normales. Le second a obtenu des altérations analogues en soumettant les chrysalides de l'espèce *Oeneria dispar* à une nutrition anormale et a constaté la transmission des caractères nouveaux à la descendance élevée dans les conditions normales.

P. Kammerer[2] a fait des expériences très curieuses avec deux variétés de salamandres (*Salamandra atra* et *S. maculosa*). En les exposant à des températures anormales, il a obtenu que la salamandre noire, qui était vivipare, s'est mise à pondre des œufs, et l'autre, qui était ovipare, a mis au monde des petits, et ces altérations se sont transmises à à leur descendance. Dans une autre série d'expériences, il a obtenu des altérations également significatives chez les crapauds de l'espèce *Alytes obstetricans*. On sait que chez cette espèce d'amphibies le frai se colle aux pattes postérieures du mâle, qui le porte jusqu'à ce qu'il devienne mûr et se détache dans l'eau, tandis que les crapauds ordinaires déposent directement leurs œufs dans l'eau stagnante. Il en résulte que les têtards de la première espèce se développent plus lentement que ceux des crapauds ordinaires. Or, en changeant les conditions d'humidité, de lumière et surtout de température, qu'il a fallu élever jusqu'à 25-30° C., Kammerer a obtenu que le frai de cette espèce fût déposé comme celui des crapauds ordinaires, le mâle se débarrassant lui-même des œufs qui restaient collés à ses pattes, et ce changement s'est transmis à la descendance. Exner a fait aussi des expériences de ce genre avec les amphibies et a obtenu un changement dans leurs instincts en faisant varier les conditions de leur existence.

Weissmann voit ici une action des facteurs externes sur le plasma germinatif, mais cela c'est déjà une autre question que nous laisserons pour le moment ouverte, nous contentant de reconnaître le fait même de la transmission des caractères acquis sous l'influence des facteurs externes.

Les faits que nous venons de citer concordent parfaitement avec la formule de Delage, notamment que des caractères acquis se transmettent dans la mesure où ils relèvent d'un changement constitutionnel dans l'organisme, normal ou pathologique. Si on veut aller plus loin dans l'explication, on reconnaîtra que ces changements constitutionnels n'excluent pas l'action du plasma germinatif, mais pour notre part, après tout ce qui a été dit plus haut, nous voyons ici une action plus directe : celle des sécrétions glandulaires. Il se peut qu'elles agissent sur la matière spermatique de manière à ce que celle-ci devienne représentative de leur équilibre. On peut admettre que les sécrétions glandulaires se distribuent dans celle-ci selon leur force et leur action et deviennent par là principes déterminants pour la formation du nouvel organisme. On se trouvera alors assez près de la théorie du plasma germinatif, mais pour le moment c'est encore une partie très mystérieuse du problème, tandis que le fait même de la transmission des caractères acquis en rapport avec des facteurs biochimiques — et notamment, dans le règne animal, avec les sécrétions glandulaires — semble nettement établi.

V

Cela permet de débarrasser définitivement la théorie de la sélection naturelle des éléments de hasard qui y faisaient tache. Le fait est qu'il a toujours été choquant de rencontrer, dans une théorie pénétrée de la causalité la plus rigoureuse, l'hypothèse des variations *accidentelles* qui se montraient utiles à l'espèce et, par suite, se fixaient dans sa descendance. D'où venaient ces variations ? A quoi étaient-elles dues ? Il semblait vraiment insuffisant de les concevoir comme un effet du hasard. Avec la reconnaissance du rôle que joue dans l'organisme le système glandulaire, on trouve là un jeu de forces physico-chimiques où il n'y a de place pour aucune contingence. Ce système présente un équilibre qui varie sous l'action des facteurs externes et explique les différences individuelles avec un déterminisme caché à l'observateur, mais aussi précis que celui qui existe au dehors.

C'est là qu'il faut diriger maintenant nos efforts, sur l'étude de cet équilibre et de ses variations en rapport avec les facteurs externes de l'existence. Malheureusement nous en savons encore trop peu ! C'est une œuvre qui est réservée à l'avenir. Les indices généraux ne manquent pas ici et sont même connus depuis longtemps. On sait que

[1] Cité d'après Knipovitch : *Cours de Zoologie* (en russe), 1909.

[2] P. Kammerer : *Arch. f. Entwick. Mech. d. Organ*, t. XXII, 1904, et t. XXVIII, 1909.

l'activité anormale des glandes a pour résultat la fréquence du goitre et du nanisme dans certaines régions géographiques : dans les montagnes de la Suisse, de l'Oural, du Caucase, comme aussi dans les régions marécageuses de la rive basse du Volga. Il faut approfondir l'étiologie de ces affections, comme aussi du crétinisme, du myxœdème, de la maladie de Basedow, et on arrivera un jour à saisir la causalité interne qui règle le développement des organismes[1].

W. Bechterew,
Professeur à l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg.

LES RÉPERCUSSIONS DE LA GUERRE SUR LA PRODUCTION ET L'APPROVISIONNEMENT DE CERTAINS MÉTAUX

La guerre de 1914 a jeté la perturbation dans les relations industrielles et commerciales des différents pays. Beaucoup d'industries, en particulier les industries métallurgiques, qui s'alimentaient au dehors des matières premières nécessaires à leur fonctionnement, ont vu leurs sources d'approvisionnement se tarir, et une crise grave apparaître à l'horizon. Pour les belligérants, qui ont un intérêt vital à se procurer certains métaux nécessaires à la fabrication des armes et des munitions : cuivre, plomb, zinc, nickel, mercure, etc., la question est devenue primordiale. Nous allons examiner, en nous servant des notes publiées entre autres par notre confrère anglais *Engineering*, l'état actuel de la production de ces métaux et la position des diverses nations vis-à-vis de l'approvisionnement de ces produits.

I. — Cuivre.

Rappelons d'abord que le cuivre, outre les applications courantes, est employé par tous les pays pour la fabrication des douilles d'obus et de cartouches, et en France pour la fabrication des balles mêmes.

La production mondiale de cuivre en 1913 a été de plus d'un million de tonnes, dans laquelle les principaux pays figurent pour les chiffres suivants :

États-Unis . . .	589.100 t.	Russie	34.300 t.
Mexique	90.000	Espagne	23.600
Japon.	77.200	France	13.200
Australie	41.800	Scandinavie. . .	12.000
Allemagne et Autriche.	52.100	Serbie.	7.800
Angleterre . . .	41.100	Italie	1.600

Dans la même année, la consommation a été la suivante :

États-Unis . . .	351.000 t.	Russie	40.200 t.
Allemagne . . .	259.300	Autriche	37.200
Angleterre . . .	140.300	Italie	31.200
France	103.600		

Comme on le voit, parmi les belligérants, à part la Russie qui peut presque se contenter de sa production, les autres pays doivent faire appel à l'importation, dont la majeure partie est fournie par les États-Unis.

Depuis le commencement de la guerre, par suite de la diminution de la consommation dans les industries ordinaires, comme l'industrie électrique, et aussi de la crise économique, l'extraction des mines de cuivre a été fortement réduite dans la plupart des pays. Il est vrai que les fonderies et raffineries ont pu continuer à travailler à pleine production, par suite des réserves de minerais ou de cuivre brut qu'elles possédaient; mais ces réserves ne paraissent pas devoir durer plus de trois mois. En fait, l'exportation américaine a été respectivement de 19.676 et 16.838 tonnes en août et septembre de cette année contre 34.722 et 34.314 tonnes dans les mêmes mois de 1913.

A la fin de septembre 1913, le Gouvernement anglais a acquis la totalité des stocks de cuivre existant dans les entrepôts hollandais, qui étaient presque entièrement destinés à l'Allemagne. Trois cargos chargés de cuivre en route pour la Hollande ont été également capturés, et par suite de cette attitude, l'exportation du cuivre des États-Unis n'est plus assurée que vers la Grande-Bretagne, la France, l'Italie et la Roumanie, non vers la Hollande et la Scandinavie.

Réciproquement, le Gouvernement allemand a réquisitionné tous les stocks de cuivre entreposés en Allemagne par les exportateurs américains, et qui paraissent assez élevés. Toutefois, si la guerre se prolonge, l'Allemagne et l'Autriche sont menacées d'une disette de cuivre, alors que l'approvisionnement des Alliés est tout à fait assuré.

II. — Zinc.

La production du zinc est l'une des plus sérieusement affectées par la guerre actuelle. Les régions

[1] Traduit du russe par M. N. Kostylefe.

qui le fournissent sont extrêmement limitées, et les plus importantes se trouvent ou vont se trouver très prochainement dans la zone des combats.

La production mondiale du zinc en 1913 a été la suivante :

Allemagne . . .	289.870 t.	Hollande	26.810 t.
Belgique	217.920	Autriche - Hongrie.	23.920
Grande-Bretagne.	65.190	Norvège.	10.230
France . . . . } Espagne. . . . }	78.280	Pologne russe. .	8.380
		États-Unis. . . .	346.670

La consommation en 1912 avait été la suivante :

Allemagne . . .	225.800 t.	Hollande	4.000 t.
Belgique	67.700	Autriche - Hongrie.	46.900
Grande-Bretagne.	185.200	Russie	29.000
France	82.000	États-Unis . . .	312.400

Les usines à zinc allemandes sont situées dans la Haute Silésie et dans le nord-ouest de l'Allemagne. Les premières se trouvent à quelques kilomètres de la frontière russe, et les usines russes sont à la même distance de l'autre côté de cette frontière. Il est probable que leurs opérations sont en grande partie suspendues des deux côtés, ou qu'elles le seront à brève échéance. En cas d'envahissement de la Silésie par les troupes russes, l'Allemagne serait entièrement privée de cette source de production. Les usines de l'Allemagne occidentale se trouvent près de la frontière belge; elles sont certainement affectées par la crise économique et la diminution de la main-d'œuvre.

Les usines belges se trouvent entre Liége et Namur, et aux environs de Verviers; elles doivent être complètement arrêtées jusqu'à la fin de la guerre. Enfin, quelques usines françaises du Nord sont dans la zone des armées, et les autres peuvent se ressentir du manque de main-d'œuvre.

Les centres européens de l'industrie du zinc non affectés par la guerre sont ceux de Grande-Bretagne, d'Espagne, de Hollande et de Norvège; leur production totale a été de 180.500 tonnes en 1913, contre 600.000 tonnes fournies par les autres centres européens. Il y aura certainement un gros déficit de production cette année, qui pourra être compensé en partie par les stocks existants, et par l'augmentation de la production aux États-Unis.

Dans ce dernier pays, en effet, l'industrie du zinc s'est développée depuis quelques années hors de proportion avec la consommation, et il y a un gros excédent disponible pour l'exportation. Une certaine quantité de zinc est fournie également par le Mexique et le Canada, et importée aux États-Unis en grande partie; mais elle pourrait être dirigée vers l'Europe. Il est vrai que la production mexicaine est presque totalement arrêtée par la guerre civile.

III. — Plomb.

La production du plomb en 1913 s'est élevée à 1.186.700 tonnes, fournies en majeure partie par les pays suivants :

Etats-Unis, Mexique et Canada.	487.000 t.	Belgique	50.800 t.
Australie	116.000	Grande-Bretagne.	30.500
Espagne	203.000	France	28.000
Allemagne . . .	181.000	Italie	21.700
Autriche	24.000		

La consommation a été la suivante :

Etats-Unis . . .	401.300 t.	Grande-Bretagne.	191.400 t.
Allemagne et Autriche . . .	259.000	France	107.600

L'Allemagne doit, à l'heure actuelle, faire une grande consommation de plomb pour la fabrication de ses balles, qui sont en plomb recouvert d'une enveloppe dure de ferro-nickel.

La production austro-allemande est de 54.000 t., inférieure à sa consommation; il pourrait donc y avoir une disette de plomb dans ces deux pays, à moins qu'ils n'utilisent la production de la Belgique et une partie de celle de l'Italie.

Toute exportation de plomb a été empêchée par le Gouvernement britannique, qui a réquisitionné tous les approvisionnements visibles. Les consommateurs anglais et français pourront se trouver gênés par la diminution de la production, à moins que l'Amérique ne puisse subvenir à leurs demandes.

IV. — Étain.

La moitié de la production mondiale de l'étain provient des Etablissements des Détroits : 65.460 tonnes; un quart environ des Indes néerlandaises et de l'Australie. L'étain produit en Europe provient de minerais importés, la majeure partie de Bolivie, et fondus en Angleterre et en Allemagne. L'envoi direct des minerais d'étain en Allemagne et en Autriche étant maintenant empêché, ces pays en manqueront à brève échéance, à moins qu'on ne leur en fournisse par une voie détournée, tandis que l'approvisionnement des autres pays pourra se faire presque normalement.

V. — Nickel.

Le nickel, outre ses applications galvanoplastiques et monétaires, en a d'autres qui acquièrent une importance prépondérante en temps de guerre : il entre dans les aciers au nickel, qui ont un emploi très étendu, dans l'armée et dans la marine, pour la fabrication des cuirassements et des projectiles.

La production mondiale du nickel, qui a atteint 30.000 tonnes en 1913, est fournie pour les deux

tiers environ par le Canada, et pour le reste par la Nouvelle-Calédonie.

C'est dire qu'elle est monopolisée par l'Angleterre et la France (par le moyen de trois ou quatre puissantes compagnies), qui en ont interdit l'exportation dans toutes les contrées ennemies ou neutres, à l'exception de l'Espagne et du Portugal. Toutefois, cette interdiction pourra inciter d'autres pays à l'exploitation de nouveaux dépôts ou à la réouverture d'extractions abandonnées, par exemple aux États-Unis, en Grèce et surtout en Norvège.

La Norvège possède des dépôts étendus de minerais de nickel, d'une teneur en métal d'environ 2 %. Ils furent exploités autrefois, mais la concurrence des minerais plus riches du Canada fit abandonner l'extraction. Celle-ci vient d'être reprise depuis quelques années. La production de nickel en Norvège a varié de 70 à 100 tonnes par an, presque entièrement absorbées par l'industrie du pays; mais elle pourrait facilement être augmentée.

Le nickel est raffiné dans des usines électrolytiques à Christiansand, qui sont équipées pour une production annuelle de plus de 400 tonnes de métal. La production de nickel électrolytique est une opération beaucoup plus compliquée que celle d'autres métaux; la consommation d'électricité est relativement grande, et le procédé ne peut être employé avec avantage que là où le prix du courant électrique est relativement faible; mais on sait que c'est précisément le cas en Norvège, grâce aux énormes forces hydrauliques que possède ce pays.

Les États-Unis ne produisent directement qu'une faible quantité de nickel, comme sous-produit dans le raffinage électrolytique du cuivre.

VI. — Mercure.

Le mercure présente également à l'heure actuelle un vif intérêt à cause de son emploi étendu pour la fabrication du fulminate qui sert d'amorce pour les poudres explosives.

La production mondiale, qui s'est élevée à 4.171 tonnes en 1913, provient surtout des pays suivants :

Espagne	1.490 t.	Italie	888 t
Etats-Unis . . .	688	Autriche	855

La production mexicaine et russe est très limitée.

Le prix du mercure a augmenté considérablement depuis l'ouverture de la guerre. Il a été, en moyenne, de 187 francs la bouteille de 75 livres anglaises pendant l'année 1913, tandis qu'il s'est élevé à 282 francs, à la fin de novembre, sur le marché de Londres.

La production autrichienne (mine d'Idria), contrôlée par le Gouvernement, a été retirée du marché mondial et réservée aux besoins austro-allemands. Celle de l'Italie, qui provient des mines de Monte Amiata, en Toscane, a une destination incertaine. Celle de l'Espagne, fournie par les mines d'Almaden, est presque totalement contrôlée par l'Angleterre. Celle des États-Unis ne paraît pas devoir fournir grand'chose à l'exportation, la consommation dans ce pays étant devenue un peu supérieure à la production.

En somme, pour ce qui concerne l'approvisionnement des divers métaux dont nous venons de parler, la position de l'alliance franco-anglo-russe paraît, en général, beaucoup meilleure que celle des empires du centre. Cette situation avantageuse tient beaucoup moins aux conditions respectives de production des belligérants qu'à la maîtrise de la mer, qui a permis aux marines anglaise et française d'empêcher, dans une grande mesure, l'importation des métaux déclarés « contrebande de guerre » des pays neutres vers l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie.

Louis Brunet.

REVUE D'EMBRYOLOGIE

La *Revue générale des Sciences* n'a plus publié de Revue d'Embryologie depuis 1910. Que ses lecteurs veuillent bien m'excuser si je ne leur présente pas aujourd'hui un aperçu complet des travaux embryologiques les plus importants parus depuis cette époque. Les efforts des chercheurs sont orientés dans des sens très différents; il serait téméraire de schématiser trop sommairement et leur but et leurs résultats. Dans l'ensemble, on distingue pourtant certaines tendances. Elles ont été exposées récemment par F. Henneguy dans un fort intéressant article, dont les conclusions sont à peine voilées d'une certaine mélancolie [1]. L'anarchie la plus complète règne, en effet, chez les embryologistes. Différentes hypothèses, ayant force de loi, sont reconnues sans valeur générale et sont battues en brèche par de nombreuses constatations; ainsi la notion d'homologie et de spécificité des feuillets blastodermiques, ou encore la conception du parallélisme entre l'ontogénie et la phylogénie, connue sous le nom de *loi de Hæckel*. L'Embryologie

[1] F. Henneguy : Evolution de l'embryogénie depuis son origine et ses tendances actuelles. *Revue scientifique*, 51e année, n° 11, 1913.

purement descriptive perd ainsi la plus grande partie de la valeur que lui attribuaient ceux qui en faisaient la préface ou même la clef de l'Anatomie comparée.

L'Embryologie expérimentale a conduit à de pareilles déceptions. Dans l'engouement créé par l'attrait des expériences, beaucoup d'embryologistes ont cru trouver dans le milieu extérieur les facteurs essentiels conditionnant le développement des êtres.

Malheureusement, les modifications un peu importantes de ces facteurs externes ne déterminent que des monstruosités.

L'étude du milieu extérieur, poussée aussi loin qu'il est possible actuellement de le faire, ne nous renseigne aucunement sur la diversité des formes de la vie.

Ce sont les facteurs internes qui dominent en dernière analyse toute l'évolution du germe. « On peut donc entrevoir, dit Henneguy, que si, grâce à la microchimie, qui n'en est encore qu'à ses premiers essais, nous parvenions à saisir la nature des divers matériaux qui entrent dans la constitution de l'œuf et les réactions multiples qui s'exercent entre eux, nous commencerions à avoir une notion plus exacte des causes du processus du développement. »

On sait, du reste, depuis les recherches de Sachs, que la formation des organes de la plante est subordonnée à la production de substances chimiques très déterminées. Les matériaux de nutrition ne suffisent pas seuls à l'organogénèse végétale. De même, plusieurs des défenseurs de l'*anisotropie* de l'œuf ou du *développement en mosaïque*, A. Fischel, Crampton, Boveri, etc., ont cherché à démontrer que les organes de l'embryon se forment aux dépens de substances spéciales placées en des régions distinctes de l'œuf. Dans cet ordre d'idées, B. Fischer[1] a émis une hypothèse intéressante basée sur le rôle de certains produits chimiques vis-à-vis des épithéliums de l'adulte. Les formations embryonnaires épithéliales qui constituent les ébauches de la majeure partie des organes n'auraient, d'après B. Fischer, qu'une faible tendance propre à l'accroissement. Le rôle prépondérant serait joué par des substances agissant par un chimiotactisme positif ou négatif sur la direction des divisions cellulaires et conditionnant ainsi toute l'organogenèse. De même, les dimensions des ébauches embryonnaires ou la limite de leur développement seraient liées à la quantité des substances chimiotactiques ou à la rapidité de leur épuisement.

[1] B. Fischer : Die experimentelle Erzeugung atypischer Epithelwucherungen und die Entstehung bösartiger Geschwülste. *Münch. med. Woch.*, n° 42, 1906.

I. — Etude microchimique d'un cycle germinatif.

Suivant la tendance nouvelle qui commence à orienter les recherches d'embryologie, Fauré-Frémiet[1] a accumulé des documents d'un grand intérêt sur le cycle germinatif de l'*Ascaris megalocephala*. Chez cet animal, les oogonies et les spermatogonies sont identiques; rien dans leurs caractères morphologiques ou microchimiques ne permet de les distinguer. Au moment de la transformation en oocytes et en spermatocytes, les différences se produisent : dans la lignée femelle les cellules sexuelles élaborent à ce stade, en outre de leurs phosphatides mitochondriaux, un corps particulier, l'acide ascarylique, des lipoïdes, du glycogène, des phosphates minéraux. Les spermatocytes forment, en plus des phosphatides mitochondriaux, l'ascaridine, substance albuminoïde, et un peu de glycogène.

Après un certain nombre de divisions, les cellules sexuelles, caractérisées aussi bien par ces différences de constitution chimique que par leur forme, atteignent l'*équilibre de maturité*; elles cessent d'élaborer et ne peuvent plus se multiplier. La fécondation va détruire cet équilibre.

Fauré-Frémiet a noté avec beaucoup de précision les modifications physico-chimiques qui accompagnent la formation de l'œuf fécondé apte à se multiplier : il y a notamment un abaissement de tension superficielle probablement dû à la dissolution dans le cytoplasme ovulaire d'une substance du spermatozoïde, l'ascaridine; cet abaissement de tension se traduit par une nouvelle répartition des enclaves figurées de l'œuf. Le glycogène de l'œuf subit une hydrolyse assez marquée; une synthèse de glucosamines utilise le glycose, produit d'hydrolyse du glycogène, pour la constitution de la membrane de l'œuf. De l'éther ascarylique se sépare, par une saponification probable, l'acide ascarylique qui constitue la membrane interne de l'œuf.

Toutes ces transformations correspondent à un remaniement complet des matériaux de l'œuf; elles se passent toutes en milieu anaérobie et aboutissent à un nouvel équilibre chimique, l'*équilibre de copulation*. L'œuf possède alors une composition identique à celle des futurs blastomères; seul son volume diffère de la taille limite caractérisant l'équilibre morphologique des cellules de l'*Ascaris* en période de multiplication.

L'œuf d'*Ascaris* en équilibre de copulation est un *système fermé*; il ne peut tirer l'énergie nécessaire à sa multiplication que de la combustion de ses propres réserves grâce à l'oxygène extérieur.

[1] E. Fauré-Frémiet : Le cycle germinatif chez l'*Ascaris megalocephala*. *Arch. d'Anat. microscop.*, t. XV, 4e fascic., 1913.

Envisagées au point de vue physico-chimique, la segmentation de l'œuf et la formation de l'embryon ne sont donc pas un phénomène de développement; il n'y a pas accroissement de masse, mais il y a une dégradation progressive par l'utilisation de l'énergie libérée dans la combustion des réserves; le système fermé primitif est transformé, dit Fauré-Frémiet, en *système ouvert* à potentiel diminué.

Fauré-Frémiet a également remarqué que des œufs ou fragments d'oocytes non fécondés pouvaient élaborer une membrane chitineuse. Habituellement cette enveloppe ne se forme qu'après la pénétration du spermatozoïde. L'œuf d'*Ascaris* a donc tendance, dans une certaine mesure, à dépasser l'équilibre de maturation. En d'autres termes, le spermatozoïde agirait au point de vue spécial de la membrane comme un activant. C'est ce qui résulte aussi de nombreuses expériences récentes de parthénogenèse expérimentale.

II. — Parthénogenèse naturelle rudimentaire chez les Oiseaux.

Avant d'aborder très sommairement, en raison du cadre étroit de cet article, les principaux travaux parus ces dernières années sur la parthénogenèse provoquée, je désire attirer l'attention sur les curieuses observations de Lécaillon[1].

Il s'agit du développement parthénogénétique d'œufs de Poule non fécondés. Déjà Œllacher en 1872 avait soutenu que l'œuf non fécondé de la Poule se segmentait dans l'oviducte presque comme l'œuf normal; mais ces observations avaient été niées. Barfurth[2], en particulier, croyait avoir prouvé que les produits de cette segmentation n'étaient que de pseudo-blastomères, en d'autres termes des produits de dégénérescence apparaissant sous l'influence de la décomposition de l'œuf.

Contrairement à cette dernière opinion, Lécaillon a démontré que le germe de l'œuf de Poule non fécondé présente au moment de la ponte deux parties différentes : une partie généralement périphérique qui commence à se vacuoliser dans l'oviducte et qui continue à se décomposer, que l'œuf soit incubé ou non ; une autre partie qui occupe la région centrale et ne se décompose que plus tard, après avoir présenté un certain nombre de phénomènes de nature parthénogénétique. Les divisions indirectes y sont extrêmement nombreuses. Beaucoup paraissent normales, d'autres sont manifestement irrégulières (fig. 1). Un fait très intéressant est le nombre de chromosomes visible dans ces mitoses. Dans les divisions normales, ce nombre est manifestement égal à celui des cellules somatiques de la Poule; on sait, du reste, que chez les Oiseaux le second globule polaire est expulsé après la pénétration des spermatozoïdes dans l'œuf; il est possible que dans les œufs de Poule vierge la division

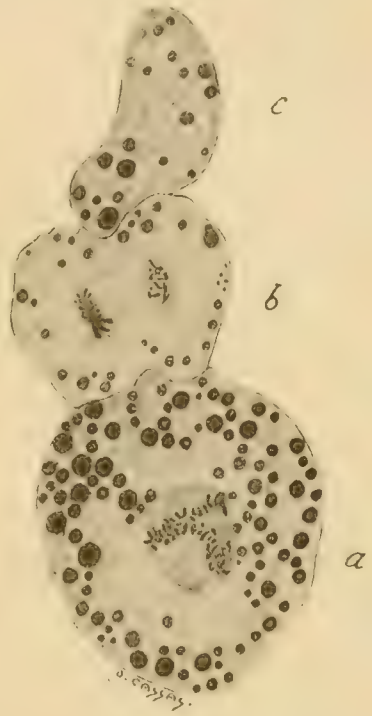


Fig. 1. — *Coupe de trois blastomères provenant d'un œuf pondu par une Poule vierge et fixés immédiatement après la ponte. a*, division mitosique irrégulière; *b*, division régulière; *c*, masse cytoplasmique anucléée ou pseudo-blastomère (d'après Lécaillon).

réductionnelle qui donne naissance au second globule polaire ne se produise pas. Je rappelle également que, dans les larves parthénogénétiques d'Oursin obtenues par Y. Delage, le nombre des chromosomes est redevenu normal; les noyaux de blastomères qui ne proviennent pas d'un pronucleus femelle fécondé sont capables de doubler leurs chromosomes.

Dans les mitoses irrégulières et surtout pluripolaires, le nombre des chromosomes peut atteindre un chiffre beaucoup plus élevé. Certains blastomères contiennent des noyaux bourgeonnants ou en voie de division directe. Il faut citer aussi des pseudoblastomères, masses de cytoplasme anucléé.

Dans l'œuf abandonné à lui-même, la dégénérescence est lente, plus rapide si l'œuf est soumis

[1] A. Lécaillon : La parthénogenèse chez les Oiseaux. Segmentation et dégénérescence de l'œuf non fécondé. *Arch. d'Anat. microscop.*, t. XII, 4e fascic., 1910. — A. Lécaillon : La parthénogenèse naturelle rudimentaire. *Bull. scient. de la France et de la Belgique*, t. XLIV, 1910.

[2] D. Barfurth : Versuche über die parthenogenetische Furchung des Hühnereies. *Arch. für Entwickelungsmechanik der Organismen*, Bd II, 1896.

à l'incubation. La température du corps de la Poule favorise donc les actions chimiques qui amènent la destruction du germe et de ses cellules de segmentation incapables d'esquisser la trace d'une ébauche embryonnaire.

En somme, l'œuf de Poule a une tendance naturelle au développement spontané. Il est juste de rappeler que C. Viguier[1] admet que le développement parthénogénétique naturel est possible chez les Echinodermes, tandis que la plupart des embryologistes ramènent des observations identiques à des cas de parthénogenèse expérimentale dont les causes déterminantes n'ont pu être soupçonnées (Daudin)[2].

L'opinion de C. Viguier trouve dans les observations de Lécaillon une intéressante confirmation.

Dans les recherches de parthénogenèse expérimentale, il est fort probable qu'on ne communique pas à l'œuf une propriété vraiment nouvelle, créée artificiellement, mais on stimule seulement la tendance naturelle de l'œuf au développement spontané.

Qu'il s'agisse d'œufs d'Oiseaux ou d'œufs d'Echinodermes, le développement parthénogénétique naturel reste rudimentaire. L'embryon du Vertébré ne se forme pas ou la larve de l'Invertébré meurt rapidement. Il a manqué à ces œufs un excitant qui, par sa quantité ou sa qualité, permette au germe de se multiplier d'une façon durable et qui, suivant l'expression de Lœb, le « sauve de la mort ». La recherche de ce *stimulus* suscite toujours un grand nombre d'expériences et d'observations. Parmi les travaux parus récemment et qui concernent ce sujet, il faut citer plus spécialement ceux de O. et G. Hertwig et de Bataillon.

III. — Analyse des phénomènes de la fécondation au moyen des recherches de parthénogenèse expérimentale.

Les récents travaux de O. Hertwig[3] ont pour point de départ l'influence d'un certain nombre de substances nocives sur les spermatozoïdes. Les résultats les plus intéressants ont été obtenus avec le radium.

En irradiant faiblement du sperme d'Amphibien, les spermatozoïdes conservent leur mobilité et pénètrent dans l'œuf; la tête du spermatozoïde est pourtant altérée, elle se transforme néanmoins en pronucleus mâle qui, par le phénomène de l'amphimixie, se fusionne au noyau ovulaire, pronucleus femelle. L'altération du pronucleus mâle trouble le développement. Les larves obtenues présentent

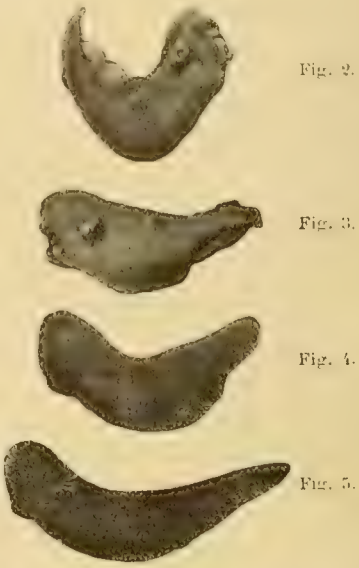


Fig. 2, 3, 4 et 5. — *Larves de Grenouille obtenues par fécondation d'œufs normaux avec du sperme irradié cinq minutes pour les larves* 2 *et* 3, *douze heures pour les larves* 4 *et* 5 (d'après O. Hertwig).

des malformations d'autant plus accentuées que l'irradiation a duré plus longtemps. Lorsque la fécondation a été obtenue avec du sperme irradié cinquante-cinq minutes, les troubles du développement sont plus marqués que lorsqu'on s'est servi de sperme irradié seulement cinq minutes. Fait absolument remarquable, l'influence tératogène diminue ensuite. Lorsque l'irradiation a été prolongée pendant plusieurs heures et poussée jusqu'à la limite compatible avec la vie et surtout la motilité des spermatozoïdes, les larves obtenues sont complètement normales, à peine plus petites (fig. 2 à 5).

Ce résultat d'apparence paradoxale s'explique lorsque l'on sait qu'après une irradiation durant

[1] C. Viguier : Contribution à l'étude des variations naturelles ou artificielles de la parthénogenèse. *Ann. des Sc. naturelles*, t. XVII, 1903.

[2] H. Daudin : Travaux et problèmes relatifs à la parthénogenèse artificielle. *Bull. sc. de la France et de la Belgique*, t. XLIII, 1909.

[3] O. Hertwig : Die Radiumstrahlung in ihrer Wirkung auf die Entwicklung tierischer Eier. *Sitz. Ber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss.*, t. XXXIX, 1910; Neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung tierischer Eier. *Sitz. Ber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss.*, t. XXXIX, 1910; Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Bonn, Fischer, 1911; Mesothorium Versuche an thierischen Keimzellen, ein experimenteller Beweis für die Idioplasmanatur der Keimsubstanzen. *Sitz. Ber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss.*, t. XL, 1911; Veranderung der idioplasmatischen Beschaffenheit der Sämenfäden durch physikalische und chemische Eingriffe. *Sitz. Ber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss.*, t. XLI, 1912; Disharmonische Idioplasmaverbindungen und ihre Folgen. *Scientia*, t. XII, 1912; Die Radiumkrankheit tierischer Keimzellen. Ein Beitrag zur experimentellen Zeugungs und Vererbungslehre. *Archiv für mik. Anat.*, t. LXXVII, Abt. II, 1914; L'action biologique des corps radio-actifs. *Rev. gén. des Sc.* du 30 août 1913, t. XXIV, p. 609.

jusqu'à six et même douze heures, la tête du spermatozoïde trop fortement lésée ne peut plus, comme l'a montré O. Hertwig, se fusionner au noyau de l'œuf. Dans ce dernier cas, la *maladie du radium* d'origine paternelle n'a pas été transmise aux descendants.

Ces expériences montrent nettement les rôles différents, signalés déjà par Delage, qui sont dévolus aux deux phénomènes capitaux de la fécondation : la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf et l'amphimixie ou fusion des deux noyaux mâle et femelle. La pénétration du spermatozoïde est capable à elle seule de déterminer le développement, elle constitue le stimulant dont je parlais précédemment. L'amphimixie a pour rôle principal d'apporter au descendant les caractères héréditaires paternels.

Comment le spermatozoïde détermine-t-il l'incitation au développement par sa pénétration dans l'œuf? La tête du spermatozoïde, trop fortement irradiée pour que l'amphimixie soit possible, se gonfle dans le cytoplasme de l'œuf. Ce phénomène produirait, d'après Delage[1], une déshydratation du cytoplasme ovulaire; ce serait en dernière analyse la déshydratation cytoplasmique qui serait le véritable stimulus de la multiplication de l'œuf et du développement de l'embryon.

Fig. 6 et 7. — *Larves de Crapaud de quinze et seize jours obtenues avec du sperme de Grenouille irradié quatre heures et demie entre des capsules de mésothorium* (d'après G. Hertwig).

Des expériences de O. Hertwig, il faut rapprocher celles de F. Lillie[2]. Il a empêché l'amphimixie après pénétration de spermatozoïdes dans des œufs d'un ver, le Néréis, en soumettant ces œufs à une forte centrifugation. Malgré l'absence de fusionnement des deux pronuclei, les œufs s'entourent d'une membrane et commencent leur développement.

Nous pouvons maintenant nous demander si l'incitation au développement, pour être efficace, doit être apportée par la pénétration d'un spermatozoïde de la même espèce animale que celle de la femelle qui a fourni l'œuf. Les expériences de G. Hertwig et de Bataillon vont nous répondre.

G. Hertwig[1] a constaté que les spermatozoïdes sains de Grenouilles ne peuvent déterminer le développement de l'œuf de Crapaud. En irradiant fortement ces spermatozoïdes, le développement devient possible (fig. 6 et 7). De même, Bataillon[2] a montré que l'incitation au développement peut être engendrée par divers éléments cellulaires tout à fait étrangers à l'œuf et incapables d'amphimixie.

Dans ses premières expériences, Bataillon[3] avait d'abord cru que le stimulant de la segmentation pouvait provenir de lésions traumatiques portant sur l'œuf mûr; il obtenait ainsi des débuts de développement en piquant des œufs de Grenouille avec des aiguilles de verre ou de platine extrêmement fines. En opérant dans des conditions de propreté absolue, notamment en stérilisant la surface des pontes de Grenouille avec du cyanure de potassium, on peut piquer des milliers d'œufs sans obtenir un seul clivage normal.

En versant séparément sur des œufs de Grenouille ainsi préparés au cyanure les trois couches qui se déposent dans du sang de Cheval frais et défibriné, sérum, leucocytes et hématies, on voit que la piqûre ne produit rien dans les œufs recouverts de sérum. Dans les œufs piqués et en contact avec des hématies, il y a environ un pour cent de clivages normaux. Les œufs piqués au contact avec des leucocytes donnent jusqu'à soixante-quinze pour cent de segmentations normales.

En employant de la pulpe de rate de Cobaye, Bataillon a obtenu, après piqûre d'œufs vierges de Grenouille, des têtards normaux. Les leucocytes paraissent donc très actifs pour produire l'excitation au développement sans amphimixie; pour que ces éléments étrangers apportent après inoculation expérimentale le stimulus nécessaire au développement, il faut qu'ils possèdent une certaine intégrité.

Traités par des toxiques cellulaires, ces leucocytes deviennent inactifs. De même, les globules inertes de pus humain n'ont amené dans les expériences de Bataillon aucun résultat.

[1] Y. Delage : La parthénogenèse peut-elle exister dans l'espèce humaine? *Biologica*, n° 29, 1913.

[2] F. R. Lillie : Studies of fertilization in *Nereis*. *Journ. of experim. Zool.*, t. XII, 1912.

[1] G. Hertwig : Parthenogenesis bei Wirbeltieren hervorgerufen durch artfremden Radium bestrahlten Samen. *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd LXXXI, abt II, 1913.

[2] E. Bataillon : Démonstration définitive de l'inoculation superposée à la piqûre en parthénogenèse traumatique. *C. R. de l'Acad. des Sc.*, t. CLVI, n° 10, mars 1913.

[3] E. Bataillon : L'embryogenèse complète provoquée chez les Amphibiens par piqûre de l'œuf vierge, larves parthénogénétiques de *Rana fusca*. *C. R. de l'Acad. des Sc.*, t. CL, avril 1910.

IV. — Analyse des phénomènes de la fécondation au moyen de la polyspermie expérimentale.

Les expériences de Brachet[1] ont porté sur des œufs de Grenouille. On réalise assez facilement la pénétration de plusieurs spermatozoïdes dans l'œuf en pratiquant la fécondation artificielle avec du sperme très concentré. Le nombre de spermatozoïdes qui pénètrent dans ces conditions peut être restreint ou très considérable, dépassant même la centaine.

Les observations les plus intéressantes sont celles où le nombre de spermatozoïdes entrés dans le cytoplasme ovulaire est limité. Seul un des éléments mâles se fusionne par amphimixie au pro-

Fig. 8. — *Premières divisions de segmentation d'un œuf de Grenouille pentaspermique.* — Les limites des énergides qui vont disparaître sont visibles grâce à de minces zones du cytoplasme dépourvues de granulations. La séparation des blastomères commence à la surface de l'œuf par des couches caractéristiques. Une traînée de pigments indique le chemin parcouru par un spermatozoïde (d'après Brachet).

nucleus femelle, formant ainsi un *amphicaryon*. Les noyaux des autres spermatozoïdes, ou *monocaryons*, groupent autour d'eux, à la manière d'*énergides*, des zones de protoplasme sur lesquelles ils exercent une action directe et qui sont distinctes jusqu'à la première division de segmentation; il n'y a du reste aucune trace de membrane entre ces diverses énergides; la séparation est seulement indiquée par une mince ligne dépourvue de granulations qui devient indistincte au moment où l'œuf va se segmenter.

Tous les noyaux de l'œuf, amphicaryon résultant de l'amphimixie du pronucleus mâle avec le pronucleus femelle et monocaryons d'origine uniquement mâle, se divisent à la fois avec un synchronisme parfait; de telle sorte que chaque blastomère renferme deux moitiés des champs d'action des noyaux ou énergides et deux noyaux (fig. 8). Il se forme ainsi dans les premières divisions de segmentation autant de blastomères qu'il est pénétré de spermatozoïdes dans l'œuf, si ce nombre n'est pas trop élevé. Deux blastomères renferment, en outre d'un monocaryon, un amphicaryon provenant de la division du noyau fécondé de l'œuf.

Dans la polyspermie très faible par pénétration de deux ou trois spermatozoïdes (dispermie ou trispermie), ou bien dans la polyspermie moyenne, les localisations germinales et la symétrie bilatérale de l'œuf de Grenouille s'établissent normalement et sans retard (Herlant[1]). La majorité des œufs trispermiques ou dispermiques forment après deux ou trois segmentations une morula plus ou moins riche en cellules. Quelquefois, en certains points, des blastomères isolés ou groupés cessent de se diviser et meurent. Ces zones de nécrose entravent le développement du reste du germe et la mort survient rapidement. Ces arrêts régionaux de la segmentation démontrent, d'après Brachet, par leurs conséquences, combien est capitale l'influence des localisations germinales et celle de la symétrie bilatérale, toutes deux *manifestations dynamiques* de la fécondation. Ces phénomènes ont même potentialité et sont équivalents, quel que soit le nombre des spermatozoïdes qui ont pénétré dans l'œuf.

Tous les germes provenant d'œufs fécondés par polyspermie sont voués à la mort au bout d'un temps d'autant plus long que le nombre de spermatozoïdes entrés dans l'œuf est moins considérable. Quelle est l'explication possible de ce fait? Elle semble assez complexe.

Une première cause est la différence de valeur des noyaux de la larve : les uns, provenant de divisions successives de l'amphicaryon, sont normaux pour l'espèce, situés dans des cellules volumineuses; ils possèdent le nombre de chromosomes normal des cellules somatiques de l'animal. Les autres sont des monocaryons; ils sont dans des cellules petites proportionnées à leur taille. La larve d'origine polyspermique a ainsi une structure très spéciale. Dans un embryon provenant d'un œuf pentaspermique, par exemple, un cinquième du corps aura des cellules et des noyaux normaux; dans les quatre autres cinquièmes, les éléments seront petits et pourvus

[1] A. Brachet : La polyspermie expérimentale comme moyen d'analyse de la fécondation. *Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ.*, t. XXX, 1910; La polyspermie expérimentale dans l'œuf de *Rana fusca*. *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXXIX, 1912.

[1] M. Herlant : Recherches sur les œufs di- et trispermiques de grenouille. *Arch. de Biol.*, t. XXVI, 1911.

de noyaux incomplets. Une semblable structure est manifestement incompatible avec l'harmonie du développement et explique l'impossibilité pour les larves d'atteindre l'état adulte.

Brachet fait remarquer que, si la structure particulière des larves était l'unique cause de leur mort, une larve aurait des chances de survie d'autant plus grandes qu'elle proviendrait d'un œuf plus polyspermique, la structure étant ainsi plus homogène. En réalité, c'est l'inverse que l'on constate.

L'insuffisance de chromatine dans les noyaux à monocaryons n'a peut-être pas grande importance; les résultats remarquables de la parthénogenèse expérimentale tendraient à nous le faire croire. Pourtant, il faut se rappeler que les monocaryons femelles des larves obtenues par parthénogenèse expérimentale sont capables de récupérer le nombre normal des chromosomes (Delage). Il n'en est pas de même pour les monocaryons d'origine spermatique.

Il est probable aussi, ajoute Brachet, que les propriétés spécifiques de chaque spermatozoïde diffèrent légèrement. Ces différences personnelles produiront des variations de détail dans la structure et le fonctionnement des diverses zones du germe. L'embryon devient ainsi une véritable mosaïque de régions à tendances hétérogènes incompatibles avec une organogenèse et une histogenèse normales.

Dans la polyspermie très forte, Brachet constate que les noyaux spermatiques isolés ont tendance à se rapprocher et à se fusionner en amas ou chaînes nucléaires. Au contraire, il y a répulsion et éloignement entre les monocaryons lorsqu'ils sont accompagnés d'un centrosome et d'un aster. C'est dans ces derniers faits que Brachet cherche l'explication de la possibilité d'une polyspermie physiologique ou normale signalée chez les Insectes par Henking[1] et dont l'étude a été remarquablement poussée chez les Reptiles par A. Nicolas[2], chez les Sélaciens par Rückert[3].

Chez les Reptiles, A. Nicolas a vu que les noyaux spermatiques accessoires sont capables de se diviser par mitose et de former autour d'eux de véritables cellules. Les éléments ainsi individualisés seraient capables de se mélanger aux blastomères du germe discoïdal et ne pourraient en être distingués. Il est pourtant vraisemblable que les cellules mâles des germes dégénèrent à la longue comme tous les monocaryons de l'œuf.

Chez les Sélaciens, les noyaux spermatiques accessoires dégénèrent également, mais après avoir joué un rôle important dans la nutrition du germe. Les nombreux spermatozoïdes qui pénètrent normalement en des points quelconques du disque germinatif donnent naissance, comme dans l'œuf de Grenouille, à des zones d'influence ou énergides qui possèdent chacune un monocaryon, un centrosome et un aster; à mesure que les centrosomes spermatiques se développent, ils se repoussent les uns les autres. Le monocaryon de l'énergide la plus voisine du noyau de l'œuf devient le pronucleus mâle et se fusionne au pronucleus femelle. Les autres monocaryons sont rejetés à la périphérie et dans la profondeur du germe. La répulsion des noyaux spermatiques de l'œuf de Sélacien diminue progressivement à mesure que les monocaryons se déplacent dans les zones du cytoplasme ovulaire plus riches en vitellus nutritif. Tout à fait à la périphérie, dans la région où les granulations vitellines sont très abondantes, les noyaux confluent. A ce niveau, par le mécanisme de nombreuses mitoses multipolaires se forme un syncytium à gros noyaux. Ces *mérocytes* servent d'adjuvant au développement et concourent à assurer la nutrition du germe.

Brachet interprète ces faits en supposant que la polyspermie aboutit chez les Reptiles et les Sélaciens à un développement normal, parce que les œufs de ces Vertébrés n'ont qu'une segmentation partielle et que seule la partie centrale du cytoplasme ovulaire est nécessaire à la formation de l'embryon. Au contraire, dans l'œuf de Grenouille la segmentation est totale, toutes les régions de l'œuf contribuent à l'édification du corps de l'embryon, le rôle de tous les monocaryons spermatiques reste effectif.

Par contre, il faut signaler que la polyspermie physiologique existe chez les Amphibiens Urodèles. Il ne semble pas que dans l'œuf de ces animaux les noyaux spermatiques développent des zones d'influence ou énergides; les monocaryons spermatiques paraissent rester inertes et, sauf pour l'un d'eux qui devient le pronucleus mâle, le rôle de ces éléments paraît nul. Un fait des plus intéressants résulte ainsi des expériences de Brachet et des observations de Rückert : c'est l'attraction des noyaux entre eux et la répulsion entre les centrosomes et les asters. Dans un grand nombre d'œufs le noyau est dépourvu de sphère attractive; dans

[1] Henking : Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. *Zeit. f. wiss. Zool.*, t. XLIX, L et LIV, 1890-1892.

[2] A. Nicolas : Contribution à l'étude de la segmentation de l'œuf des Reptiles. *Vol. jubil. de la Soc. de Biol.*, 1899; Recherches sur l'embryologie des Reptiles. II. Contribution à l'étude de la fécondation chez l'Orvet. *Arch. d'Anat. microsc.*, t. III, 1900; Recherches sur l'embryologie des Reptiles. III. Nouvelles observations relatives à la fécondation chez l'Orvet. *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, 1903; Recherches sur l'embryologie des Reptiles. IV. La segmentation chez l'Orvet (*Anguis fragilis*). *Arch. de Biol.*, t. XX, 1904.

[3] J. Rückert : Die erste Entwicklung des Eies der Elasmobranchia. *Festschr. f. C. von Kupffer*, 1899.

d'autres œufs il y a bien une sphère avec irradiation, mais elle disparaît après l'expulsion du second globule polaire. L'aster mâle n'est pas très développé et peut n'apparaître qu'au moment de la fusion des deux pronuclei. Il semble bien que la fécondation normale ne soit possible que si l'un des asters est absent ou dégénéré.

Si les asters ne se développent que lentement dans l'œuf où pénètrent plusieurs spermatozoïdes, un certain nombre de noyaux mâles pourront venir se fusionner au pronucleus femelle. C'est ce qui se passe dans les œufs d'Oursin ou dans ceux de Grenouille fortement polyspermiques. Lorsque quelques spermatozoïdes marchent moins vite ou se trouvent plus éloignés de celui qui prend part à l'amphimixie, le développement des asters et des centrosomes actifs produira des effets de répulsion et les monocaryons s'écarteront les uns des autres. Les causes de l'amphimixie résideraient donc dans l'attraction que les noyaux possèdent entre eux; le développement de l'aster et du centrosome actif de l'œuf fécondé empêche, dans le cas de polyspermie, la fusion au pronucleus femelle de plusieurs noyaux mâles et peut-être dans les monospermies la pénétration dans l'œuf de nouveaux éléments spermatiques.

Toutes ces recherches ont en somme pour but de nous éclairer sur la première impulsion des développements de l'être et de nous renseigner sur le processus qui détruit *l'équilibre de maturité* de l'œuf, suivant l'expression de Fauré-Frémiet. L'observation microscopique des phénomènes morphologiques normaux de la fécondation chez un Mammifère, le Cobaye, a été résumée dans un travail très remarquable de Lams.

V. — Phénomènes morphologiques de la fécondation chez les mammifères.

Dans l'œuf de Cobaye étudié par Lams[1], les deux globules polaires sont expulsés sans période de repos entre les divisions de maturation. La pénétration des spermatozoïdes se fait avant que le second globule polaire se soit détaché de l'œuf. Dans la première mitose de maturation, les chromosomes se fendent longitudinalement; par contre, ils se sectionnent transversalement pour la formation du second globule.

Dans les premières études, déjà anciennes, sur les phénomènes de la fécondation, les observateurs ont attribué une importance capitale, sinon exclusive, aux formations nucléaires de l'œuf et du spermatozoïde. On les considérait comme uniques supports des propriétés héréditaires transmises au descendant. Les recherches récentes de Meves[1] ont prouvé que chez l'Ascaris non seulement le noyau du spermatozoïde, mais aussi son cytoplasme chargé de *plastochondries* pénètrent dans l'œuf.

Chez plusieurs Mammifères, O. Van der Stricht[2], Lams[3], Sobotta[4] et Rubaschkin[5] ont constaté la pénétration du spermatozoïde tout entier dans l'œuf et sa persistance dans le vitellus ovulaire (fig. 9). Van der Stricht s'exprime ainsi au sujet de ce phénomène : « Si la queue du spermatozoïde représentait un organe inutile, on ne pourrait s'expliquer la constance de sa pénétration à l'intérieur du vitellus. Elle pénètre avec la tête

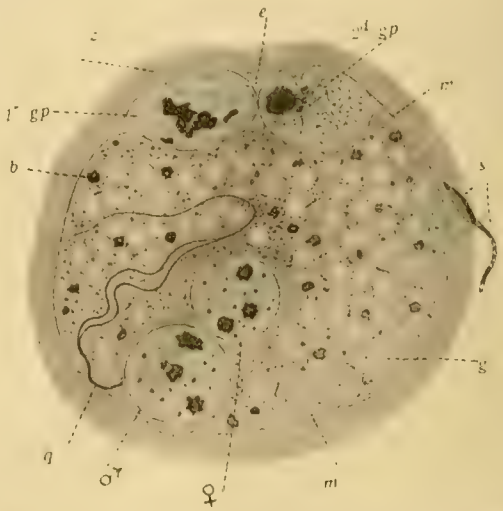


Fig. 9. — *Pénétration et déformation de la queue du spermatozoïde dans l'œuf du Cobaye au moment de la fécondation.* — ♀ pronucleus femelle, ♂ pronucleus mâle ; *q*, queue du spermatozoïde ; 1er gp., 2d gp., premier et second globules polaires ; *z*, zone pellucide de l'œuf dans laquelle un spermatozoïde *s* s'est arrêté ; *e*, espace périvitellin ; *b*, boule colorable ; *g*, boule graisseuse (d'après Lams).

dans tout œuf fécondé, conformément à la loi énoncée déjà en 1879 par M. Nussbaum : Die Befruchtung ist die Copula zweier homologen Zellen[6] ».

La queue du spermatozoïde n'intervient du reste

[1] H. Lams : Etude de l'œuf de Cobaye aux premiers stades de l'embryogenèse. *Arch. de Biol.*, t. XXVIII, 1913.

[1] Fr. Meves : Ueber die Beteiligung der Plastochondrien an der Befruchtung des Eies von *Ascaris megalocephala*. *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXXVI, 1911; Verfolgung des sogenannten Mittelstückes des Echinidenspermiums im befruchteten Ei bis zum Ende der ersten Furchungsteilung. *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXXX, 1912.

[2] O. Van der Stricht : Le spermatozoïde dans l'œuf de Chauve-Souris (*V. Noctula*). *Ver. d. Anat. Gesell.*, 1902.

[3] A. Lams : Démonstration concernant quelques-unes des premières phases du développement de l'œuf chez la Souris blanche et le Cobaye. *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, Bordeaux, 1906.

[4] Sobotta et Buckland : Reifung und Befruchtung des Eies der Weissen Ratte. *Anat. Hefte*, t. XLII, 1910.

[5] Rubaschkin : Ueber die Reifungs und Befruchtungsprogresse des Meerschweinchencies. *Anat. Hefte*, H. LXXXIX, 1905.

[6] La fécondation est l'union de deux cellules homologues.

pas dans la fécondation proprement dite, qui est le phénomène d'amphimixie du pronucleus mâle avec le pronucleus femelle. En outre, la portion cytoplasmique du spermatozoïde se comporte dans l'œuf d'une façon assez particulière. Lors de la formation des deux premières blastomères, le plan de segmentation passe dans l'œuf de telle manière que la queue du spermatozoïde est située tout entière dans l'une des deux cellules de segmentation (fig. 10). Il y a donc un blastomère dont le cytoplasme est hermaphrodite et qui contient à la fois des mitochondries ou plastosomes d'origine maternelle et paternelle, tandis que l'autre blastomère a un cytoplasme exclusivement maternel. Dans la suite du développement, il y a donc une partie du germe dont les cellules n'ont pas de cytoplasme ni de mitochondries paternels. Henneguy et Van der

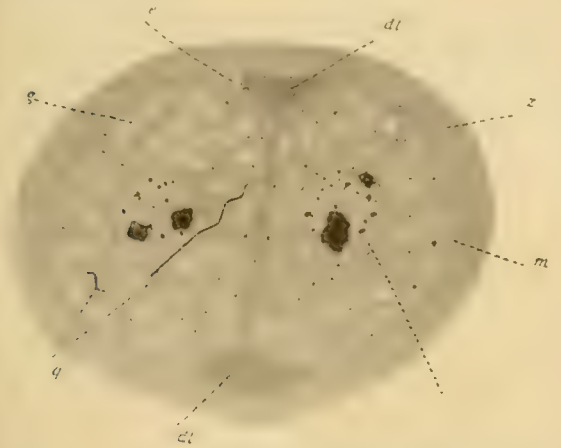


Fig. 10 — *Persistance de la queue du spermatozoïde dans l'un des blastomères.* — *n*, noyau d'un blastomère; *dl*, produit deutoplasmique expulsé de l'œuf dans l'espace périvitelline (d'après Lams).

Stricht supposent que c'est cette portion qui formera le feuillet nutritif primitif de l'embryon ou trophoblaste. De même, Meves pense que, dans la larve d'Echinoderme du stade pluteus, les parties qui disparaissent sont uniquement formées par des blastomères ne contenant pas de cytoplasme paternel.

Lams signale aussi un fait très curieux, mais actuellement inexplicable : la scission longitudinale de la queue du spermatozoïde dans l'intérieur de l'œuf (fig. 9).

Pendant les périodes de maturation et de fécondation, le vitellus de l'œuf subit des modifications très intéressantes. La polarité de l'œuf de cobaye est des plus nettes. Au cours de la fécondation, il se produit une manifestation dynamique de la pénétration des spermatozoïdes, qui est le renversement de la polarité primitive de l'œuf.

La polarité du cytoplasme de l'œuf n'est pas due aux mitochondries irrégulièrement disséminées, mais à des boules graisseuses de nature variable. A la fin de l'accroissement de l'oocyte, ces boules s'accumulent en un endroit déterminé du vitellus, le *pôle végétatif*, et respectent une zone de cytoplasme qui en est dépourvue, le *pôle animal*. C'est au niveau de ce dernier pôle ou zone plastique que siègent les fuseaux de maturation et que s'expulsent les globules polaires.

Dès que le spermatozoïde a pénétré dans le cytoplasme, la seconde mitose de maturation s'achève; le pôle animal est progressivement envahi par la graisse, les pronuclei se rendent au pôle opposé primitivement, le pôle végétatif, que quittent les globules graisseux. Au moment de la première division de segmentation, il y a de nouveau deux pôles dans l'œuf : un pôle essentiellement cytoplasmique ou plastique, *pôle animal définitif* de l'œuf, qui était primitivement le pôle végétatif. Le *pôle végétatif définitif* est caractérisé par l'accumulation de globules graisseux qui s'y est faite secondairement; il occupe alors l'emplacement du pôle animal primitif.

Ce renversement de polarité de l'œuf est bien dû à la pénétration du spermatozoïde. Dans les ovules non fécondés que l'on peut rencontrer dans la trompe, les globules graisseux se disposent en couche périphérique; le vitellus plastique qui renferme le second fuseau de maturation en dégénérescence est devenu central. Ces œufs non fécondés sont *centroplastiques*.

Il y a en outre dans l'œuf du Cobaye une deutoplasmolyse assez accentuée. Ce phénomène, par lequel l'ovule fécondé expulse une partie de ses matériaux de réserve trop abondants, peut être interprété comme une adaptation graduelle de l'œuf à la vie intra-utérine. Il est possible que ce fait soit de toute première importance pour l'étude de la physiologie des Mammifères; on sait que, à l'heure actuelle, les embryologistes se rattachent principalement à deux groupes en ce qui concerne la généalogie des Vertébrés. Les uns, avec Van Beneden et d'Eternod[1], cherchent les ancêtres des Mammifères placentaires chez les animaux produisant des œufs méroblastiques comme les Sauropsidés et les Monotrèmes. L'autre groupe est celu des partisans des théories émises par Hubrecht[2] et basées sur de nombreuses constatations. Pour

[1] A. d'Eternod : L'œuf humain. Implantation et gestation. Trophoderme et placenta. *Mémoire publié à l'occasion du jubilé de l'Université*, Genève, 1909 ; Les premiers stades du développement de l'œuf humain. *C. R. du XVIIe Congrès international de Médecine*. Section d'Anatomie et d'Embryologie. Londres, 1913, et *Rev. gén. des Sc.* du 30 juillet 1913, t. XXIV, p. 530.

[2] A. A. W. Hubrecht : Die Säugetierontogenese in ihrer Bedeutung für die Phylogenie der Wirbeltiere. Jena, G. Fischer, 1909.

Hubrecht, ce qui est capital dans l'étude de la phylogénie des Animaux, c'est la présence du trophoblaste et non la disposition des réserves vitellines. Le cadre étroit de cette revue ne me permettra pas d'analyser aujourd'hui les importants travaux parus récemment à ce sujet.

VI. — Recherches sur le déterminisme héréditaire de l'œuf des Mammifères par l'étude du développement *in vitro* de vésicules blastodermiques de Lapin.

Jusqu'ici, l'œuf des Mammifères s'est complètement dérobé à l'expérimentation directe. On sait qu'après la fécondation il arrive dans la cavité de l'utérus entourée d'une muqueuse profondément modifiée par la sécrétion interne du corps jaune. La muqueuse utérine transformée constitue pour l'œuf un milieu dans la création duquel il n'intervient pas directement, mais dont il subit l'influence. Les modifications de l'utérus se présentent toujours identiques, que l'œuf ait été fécondé ou non. Ces phénomènes s'accompagnent d'un métabolisme intense; il y a élimination dans la cavité de produits divers, analogues au lait utérin de certains Mammifères. Dès le début du neuvième jour, l'œuf de Lapin se soude à la muqueuse. A partir de ce moment, commence une période nouvelle où les conditions de développement sont naturellement modifiées.

Brachet[1] a essayé de soustraire de très bonne heure des germes de Lapin à l'influence du milieu utérin. Il est arrivé ainsi à cultiver dans le plasma du même animal des vésicules blastodermiques recueillies durant le sixième jour après la fécondation; le temps de culture a varié de vingt-quatre à quarante-huit heures.

Les vésicules blastodermiques obtenues ne montrent pour la plupart que des différences insignifiantes avec celles qui se développent normalement dans l'utérus maternel. En outre, l'apparition plus précoce dans les blastodermes en expérience de portions spécialement différenciées, comme le croissant ectoplacentaire de Van Beneden et M. Duval, indique que la succession des phénomènes du développement dans les premiers stades peut être expérimentalement troublée sans que les phénomènes soient altérés dans leur essence.

L'interprétation logique qui vient à l'esprit est celle d'une localisation, dans les blastocystes non encore différenciés, des potentialités spéciales et même spécifiques. L'ectoplacenta se développe plus rapidement que d'habitude en raison de conditions de nutrition extrêmement favorables que réalise l'élevage en plasma. Le seul phénomène qui soit un résultat direct de conditions expérimentales, c'est l'apparition d'une bordure en brosse à la surface des éléments trophoblastiques superficiels de la vésicule (fig. 11). Il y a, à ce point de vue, une adaptation véritable à un milieu nouveau; mais il faut remarquer que cette bordure en brosse a déjà été signalée chez de nombreux Mammifères quand les villosités choriales du placenta entrent en rapport avec le sang maternel. Il n'y a donc pas là, à proprement parler, de caractère nouveau. Le trophoblaste a seulement accompli très tôt ce qu'il devait faire plus tard.

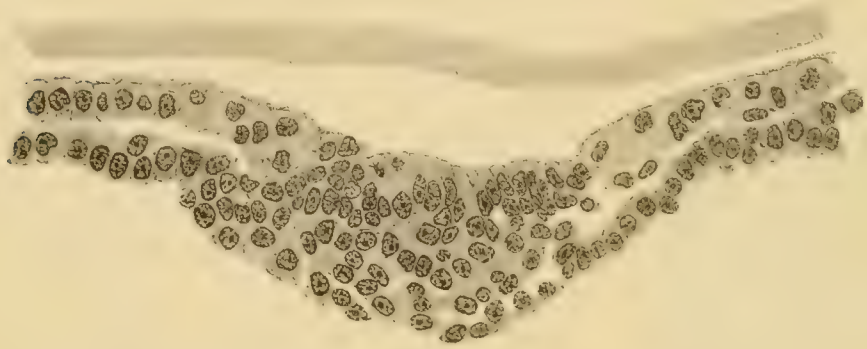


Fig. 11. — *Coupe transversale d'un embryon de lapin obtenu en cultivant quarante heures une vésicule blastodermique de cinq jours et dix heures.* — De chaque côté de la ligne primitive on remarque les bandes de trophoblaste recouvertes de fines bordures en brosse (d'après Brachet).

Brachet est ainsi arrivé à obtenir des embryons complets possédant la ligne et le sillon primitifs, le prolongement céphalique et des bandes de mésoblaste.

Le développement se produit aussi bien dans le plasma d'un Lapin mâle que dans celui d'une femelle pleine. Pendant les huit premiers jours de la gestation tout au moins, le sang maternel ne contient aucune substance exerçant une action formative sur le développement et la différenciation des blastocystes.

L'individualisation de l'embryon aux dépens d'une vésicule blastodermique possédant une simple tache embryonnaire n'est ni causée, ni spécifiquement conditionnée par le milieu utérin

[1] A. Brachet : Recherches sur le déterminisme héréditaire de l'œuf de Mammifères. Développement *in vitro* de jeunes vésicules blastodermiques de Lapin. *Arch. de Biol.*, t. XXVIII, 1913.

où cette différenciation se produit normalement. Le pouvoir que la vésicule blastodermique possède d'édifier des organes adaptés en vue de sa nutrition a sa source dans la constitution qu'elle a héréditairement acquise. Le milieu normal n'en est plus la cause actuelle immédiate. L'influence du milieu n'a plus qu'une valeur phylogénétique.

En somme, les vésicules blastodermiques de Lapin cultivées artificiellement ont un déterminisme héréditaire rigide; il suffit qu'elles se trouvent dans un milieu leur permettant de se développer pour que les potentialités localisées en différents points du germe puissent se manifester.

VII. — La gastrula chez les Vertébrés.

Une des bases les plus solides de la *loi biogénétique fondamentale de Hæckel* était la constatation des phénomènes de gastrula dans les premiers stades du développement de tous les Métazoaires. La notion de l'invagination du feuillet interne à l'intérieur du feuillet externe, phénomène caractéristique de la gastrulation que l'on avait cherché à retrouver chez les Mammifères par de véritables tours d'adresse, est en train de se transformer. Le phénomène d'invagination de l'entoderme est relégué au second plan par beaucoup d'embryologistes, qui l'accusent en outre, d'avoir faussé jusqu'ici la notion de gastrula et les conséquences phylogénétiques qui en découlent.

Le mécanisme du phénomène, pour Hubrecht[1] et Brachet[2] par exemple, serait moins important que le résultat final. D'après ces deux savants, il faut réserver exclusivement le nom de gastrulation au processus qui aboutit à la formation d'un germe à deux feuillets, ectoderme et entoderme se continuant l'un avec l'autre au niveau d'un blastopore virtuel ou réel. Bien plus, s'il faut en croire Hubrecht, la gastrulation par simple clivage ou délamination serait le mode le plus primitif d'origine des deux feuillets principaux.

D'après Brachet, cette conception serait excessive; mais, chez tous les Vertébrés inférieurs, sauf chez l'Amphioxus où la gastrula est vraiment une invagination, le phénomène essentiel et primitif serait un clivage aboutissant à un blastopore virtuel qui ne devient réel que lorsque l'intestin primitif ou *archenteron* se creuse.

[1] A. A. W. Hubrecht : The gastrulation of the Vertebrata. *Quat. Journ. of microscop. Science*, t. XLIX, 1905; Die Gastrulation der Wirbeltiere. *Anat. Anzeig.*, t. XXVI, 1905; Furchung und Keimblattbildung bei *Tarsius spectrum*. *Verhandl. d. Konink. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam*, Deel 8, 1902.

[2] A. Brachet : Recherches sur l'ontogenèse des Amphibiens Urodèles et Anoures. *Arch. de Biol.*, t. XIX, 1902; Gastrulation et formation de l'embryon chez les Chordés. *Anat. Anzeig.*, t. XXVII, 1905.

Chez les Vertébrés supérieurs ou Amniotes, le stade gastrula n'existerait plus en réalité. Les traces d'invagination que l'on trouve dans le germe sont dues à un phénomène tout à fait différent, en rapport avec l'origine de la corde dorsale ou notogenèse. Gastrulation et notogenèse existeraient plus ou moins confondues chez les Amniotes; par contre, chez les Amphibiens et les Ganoïdes, les deux phénomènes sont assez distincts et ont permis à Brachet d'éclairer vivement ce point si important de l'embryogénie.

Chez les Amphibiens, immédiatement avant le

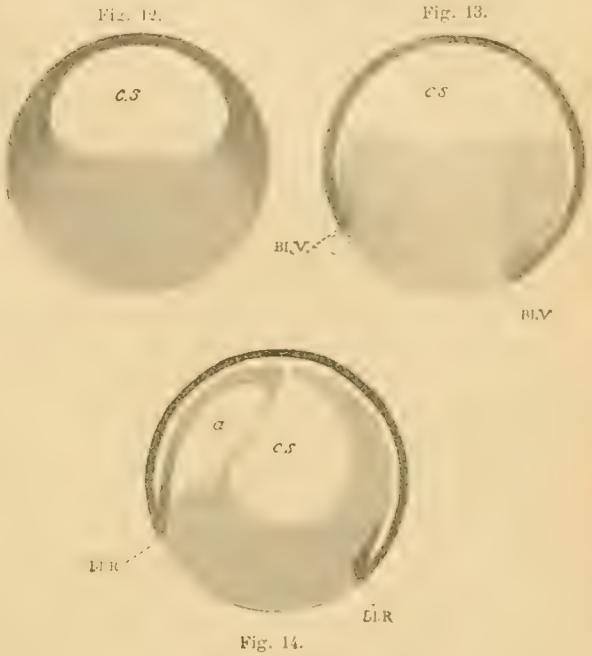


Fig. 12, 13 et 14. — *Schémas de la gastrulation chez les Amphibiens* (d'après Brachet). — *CS*, cavité de segmentation; Bl V, blastopore virtuel, au niveau duquel se différencie l'entoderme par un simple clivage. Bl R, blastopore réel circulaire prenant la place du blastopore virtuel. Dans la région antérieure du blastopore réel, se creuse une cavité *a*, l'archentéron ou intestin primitif, qui fait disparaître progressivement la cavité de segmentation. L'embryon prendra naissance dans la région allant dans la figure 14 de Bl R à Bl R, c'est-à-dire par coalescences des lèvres du blastopore réel.

début de la gastrulation, la cavité de segmentation occupe l'hémisphère supérieur de l'œuf. Le plancher de cette cavité est concave et formé par les grosses cellules vitellines de l'hémisphère inférieur. Au niveau de l'équateur du germe, les éléments de la voûte se continuent, par une zone de transition, avec ceux du plancher (fig. 12, 13 et 14).

A ce moment, une fente se produit par clivage sur tout le pourtour du plancher de la cavité de segmentation. Cette fente, complètement circulaire, détermine deux couches dans la zone de transition entre la voûte et le plancher; de ces deux couches cellulaires, l'une est superficielle et prolonge,

comme par un reploiement, la voûte de la cavité de segmentation ; l'autre couche profonde fait corps avec les éléments du plancher. La production de cette fissuration circulaire du germe est le *clivage gastruléen* ; c'est la première phase de la gastrulation des Amphibiens. En effet, au-dessous de l'équateur du germe, il y a désormais un feuillet enveloppant, l'ectoblaste, et une masse cellulaire enveloppée, l'entoblaste. La zone de continuité entre les deux feuillets est le *blastopore virtuel.*

Bientôt le blastopore virtuel devient réel par élargissement de la fente de clivage; il se constitue en un point donné du blastopore virtuel une cavité qui est l'intestin primitif ou archentéron. Ce point où apparaît le blastopore réel correspond à la future extrémité antérieure de l'embryon. Chez les Amphibiens, le blastopore réel se substitue peu à peu au blastopore virtuel sur tout son pourtour, du point où sera l'extrémité céphalique jusqu'en un point opposé ou caudal.

Après que le blastopore virtuel s'est transformé en blastopore réel, la cavité archentérique va donc se creuser par élargissement de la fissure primitive qui existait à ce niveau et sans trace d'invagination. D'emblée, l'intestin primitif est plus développé dans la région craniale que dans la région caudale du blastopore réel.

Le second temps de la gastrulation va se produire; il est caractérisé par une invagination des cellules entodermiques qui vont, en s'élevant le long de la voûte de la cavité de segmentation, tapisser toute la face profonde de l'ectoderme.

Cette invagination est accompagnée d'un creusement progressif de la partie antérieure de l'archentéron, qui, progressivement, prend la place de la cavité de segmentation. En même temps, le blastopore réel se forme progressivement d'avant en arrière ; à la place de sa fermeture s'édifie l'embryon. Tous les organes axiaux de l'embryon, du cerveau à l'anus, sont d'origine blastoporique et se différencient après que les lèvres du blastopore se sont soudées dans le sens cranio-caudal[1].

Chez les Ganoïdes, Brachet[2] a fait des constatations absolument comparables. Il distingue nettement chez l'*Amia calva* un clivage gastruléen qui constitue à la périphérie du germe discoïdal un blastopore virtuel. En une certaine région se forme la cavité de l'archentéron et le blastopore devient réel à ce niveau. La voûte de l'archentéron est formée par deux couches : une supérieure entodermique qui donnera la corde dorsale et le mésoblaste ; une autre inférieure au contact de la cavité est constituée par de grosses cellules vitellines : c'est l'hypoblaste. Ultérieurement, la portion dorsale de l'embryon commence à se former par la soudure des lèvres du blastopore.

Il y a, en somme, chez tous les Vertébrés deux phases bien nettes dans la gastrulation : la première phase est un clivage qui donne naissance à l'entoderme enveloppé par l'ectoderme ; les deux feuillets sont continus au niveau du blastopore virtuel. La seconde phase est le soulèvement des lèvres du blastopore qui devient blastopore réel, mais à vrai dire c'est la fin de la gastrulation, et ce soulèvement des lèvres blastoporales est en réalité en rapport avec la fermeture de l'orifice gastruléen et l'édification de l'embryon par soudure des lèvres blastoporales.

Le premier organe embryonnaire nettement constitué dans cette phase post-gastruléenne du creusement de l'archentéron est la corde dorsale ; aussi Hubrecht[1] et Keibel[2] admettent que le canal cordal ou canal de Lieberkühn du germe des Mammifères ne peut être considéré comme une invagination gastruléenne donnant naissance à un feuillet interne, mais qu'il est seulement employé à constituer la corde et le mésoblaste. Une publication posthume d'Ed. Van Beneden serait contraire à cette manière de voir. Chez le Murin, d'après ce savant regretté, le plancher du canal de Lieberkühn sert à la constitution de l'hypoblaste du tube digestif. Le canal cordal ou le Lieberkühn serait alors un véritable archentéron et sa formation serait bien en rapport avec la formation du blastopore réel des Mammifères.

Un autre travail posthume du même auteur, constitué par des notes recueillies et groupées par Brachet, marque peut-être encore mieux la perte qu'a faite la science embryologique lors de la disparition d'Ed. van Beneden. Ces deux travaux sur les premiers stades du développement des Mammifères sont tout à fait remarquables par leur précision et leur interprétation des faits observés. C'est par leur rapide analyse que je terminerai cette Revue, consacrée uniquement cette année au phénomène d'embryogénie sans exposer les découvertes récentes en organogenèse.

VIII. — Œuvres posthumes d'Ed. van Beneden sur les premiers stades du développement des mammifères[3].

Le premier de ces travaux a été rédigé par Bra-

[1] A. Brachet : Recherches sur l'ontogenèse de la tête chez les Amphibiens. *Arch. de Biol.*, vol. XXIII, 1907.

[2] A. Brachet : Recherches sur la gastrulation et l'origine de l'hypoblaste du tube digestif chez *Amia Calva. Zool. Jahrb.*, Suppl. XV, t. II, 1912.

[1] A. A. W. Hubrecht : Keimblattbildung bei *Tarsius spectrum. Verhandl. d. V. internat. Zool. Kongr.*, Berlin, 1901.

[2] Keibel : Zur Gastulationsfrage. *Anat. Anzeig.*, t. XXVI, 1905.

[3] Ed. Van Beneden : Recherches sur l'embryologie des

chet d'après des dessins et des préparations d'Ed. Van Beneden. Les résultats les plus importants sont en rapport avec les premiers phénomènes de la segmentation de l'œuf chez un Chéiroptère, le Murin; ce phénomène est en tous points analogue à ce qui se passe dans l'œuf d'Amphibien. Aussi par analogie peut-on supposer que, chez les Chauves-souris, le plan de symétrie bilatérale de l'œuf segmenté devient ultérieurement le plan médian de l'embryon. En remontant à l'origine, on voit que ce plan coïncide souvent avec celui de la première segmentation. Le deuxième plan sépare la région craniale de la région caudale du germe, mais d'une façon inégale; ce plan passe en effet un peu en avant des pôles de l'œuf, et les deux blastomères antérieurs, qui se diviseront plus vite dans la suite, sont aussi un peu plus petits que les deux blastomères postérieurs. Dans certains cas, chez le Murin comme chez la Grenouille, il y aurait anachronisme de la segmentation, suivant l'expression de Russo. Les deux premiers blastomères sont inégaux et le premier plan de segmentation sépare un blastomère cranial d'un blastomère caudal. Ce qui est particulièrement intéressant aussi dans ces observations, c'est qu'il semble bien en résulter que les deux premiers blastomères des Chéiroptères servent tous deux à l'édification de l'embryon; or, nous avons vu précédemment que, chez la Chauve-souris comme chez le Cobaye, un seul des deux premiers blastomères renferme la queue du spermatozoïde et par conséquent les mitochondries paternelles.

Nous trouvons aussi de précieux renseignements dans ce travail sur la formation des tout premiers stades du germe d'un Mammifère. Au début, tous les blastomères sont identiques à part une légère différence de taille; ils sont tous superficiels et accolés à la membrane pellucide de l'œuf. Ultérieurement, une ou plusieurs de ces cellules de segmentation deviennent centrales et sont entourées de toutes parts par ces blastomères périphériques. Ce phénomène n'est pas lié à un stade fixe de la segmentation, mais présente de nombreuses variations individuelles.

A divers stades de la segmentation du Murin, il y a des indices d'*épibolie*, c'est-à-dire la formation d'un groupement de blastomères en une rangée superficielle entourant un amas enveloppé. Ces indices sont tout à fait inconstants. Ce n'est qu'à la fin de la segmentation, quand une cavité, le *lécithocèle*, apparaît dans la masse des blastomères, que se remarque une couche épithéliale périphérique continue; c'est le *trophoblaste* qui recouvre complètement un amas interne, le *bouton embryonnaire*.

La cavité blastodermique ou lécithocèle se forme par confluence de vacuoles intracellulaires de certains blastomères du bouton embryonnaire. Les cellules qui sécrètent ainsi le liquide remplissant cette cavité appartiendront plus tard au feuillet interne du germe didermique. Elles sont, ainsi que le contenu de la cavité blastodermique, l'homologue chez les Mammifères du vitellus nutritif, de la cavité sous-germinale et de ses parois, formations qui existent très développées dans les œufs des Sauropsidés. Cet ensemble forme le *lécitophore* du germe des Mammifères; la couche cellulaire interne de l'embryon didermique est la couche lécithophorale, la cavité blastodermique et son contenu forment le lécithocèle.

Fait également très intéressant, Van Beneden a vu apparaître à des stades très précoces la symétrie bilatérale de l'embryon, avant même que la couche lécithophorale n'ait tapissé tout l'intérieur de la cavité blastodermique; on ne peut malheureusement savoir à l'heure actuelle si cette symétrie bilatérale coïncide avec celle observée au début de la segmentation.

Le second travail posthume d'Ed. Van Beneden a trait aux premiers stades du développement du Lapin et du Murin ; ce mémoire est plus spécialement en rapport avec l'origine de l'archentéron, de la corde dorsale et du mésoblaste. Les conclusions de ce travail sont en désaccord complet avec les idées de Hubrecht au sujet de la gastrulation chez les Mammifères. Pour Ed. Van Beneden, l'embryon didermique des Mammifères est assimilable à une blastula et non à une gastrula; les couches externes et internes qui le constituent ne représentent pas des feuillets au sens théorique du mot. La couche interne n'est pas l'hypoblaste du futur tube digestif, mais une simple couche d'enveloppement pour le liquide du lécithocèle ; la couche cellulaire est également très complexe à ce stade. Ce soi-disant feuillet épiblastique fournira l'ectoderme de l'embryon, et par l'intermédiaire d'une bande cellulaire axiale correspondant à la zone marginale et au bouchon vitellin des Amphibiens, il produira les parois de l'intestin primitif avec son hypoblaste, la corde dorsale et le mésoblaste.

L'entente est donc loin de se faire à l'heure actuelle sur les questions si importantes de la gastrulation des Mammifères comparée à celle des autres Vertébrés.

A. Weber.

Professeur d'Anatomie à l'Université d'Alger.

Mammifères. De la segmentation, de la formation de la cavité blastodermique et de l'embryon didermique chez le Murin. *Arch. de Biol.*, t. XXVI, 1911 ; Recherches sur l'embryologie des Mammifères. II. De la ligne primitive, du prolongement céphalique, de la notochorde et du mésoblaste chez le Lapin et chez le Murin. *Arch. de Biol.*, t. XXVII, 1912.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Chatelet (A.), *ancien Elève de l'Ecole Normale supérieure, chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Leçons sur la Théorie des Nombres** (Modules, entiers algébriques, réduction continuelle), *professées au Collège de France.* — 1 *vol. in-8° de 156 pages.* (*Prix* : 5 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars. Paris*, 1913.

Le sous-titre de cet ouvrage indique les sujets dont il traite. C'est d'ailleurs la théorie des entiers algébriques qui en est le but et qui en occupe la plus grande partie.

Nos lecteurs savent par nos analyses précédentes (*Revue générale des Sciences*, t. XXII, p. 656, et t. XXV, p. 447) ce que c'est qu'un entier algébrique et quels sont les principaux problèmes de la théorie de ces nombres. Ils savent aussi combien peu, relativement, s'en sont occupé les Français, et en particulier qu'aucun n'en a donné jusqu'à ce jour un exposé suivi. On doit donc remercier M. Chatelet d'avoir comblé cette lacune. Il l'a fait d'une façon très remarquable; son ouvrage n'est pas une simple imitation des travaux allemands, c'est un livre original. Essayons de dire en quoi consiste cette originalité.

D'abord, M. Chatelet fait un usage constant des tableaux. On appelle tableau un ensemble de nombres disposés sur des lignes et des colonnes. Ils se sont introduits dans les Mathématiques à plusieurs occasions; ainsi les coefficients d'un système d'équations linéaires, ceux d'une substitution linéaire, etc., forment un tableau. C'est Cayley qui, le premier, je crois, en 1855, eut l'idée de constituer d'une façon indépendante un calcul des tableaux qui pût s'appliquer aux théories précédentes. Depuis, on a montré que ce calcul comprend presque tous les autres comme cas particuliers; il a pour cette raison mérité le nom de *Universal algebra* que lui ont donné certains géomètres anglais.

Dire que deux tableaux sont égaux, c'est dire qu'ils sont formés des mêmes nombres. Il en résulte qu'une égalité entre deux tableaux possédant p lignes et n colonnes équivaut à pn égalités ordinaires. On conçoit la rapidité avec laquelle de telles égalités permettront de traiter les questions auxquelles on pourra les employer. Leur application à la théorie des nombres algébriques est, je crois, une innovation de M. Chatelet. On avait bien déjà remarqué que tout tableau satisfait à une équation algébrique dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de ses éléments, et que réciproquement toute équation algébrique peut être formée de cette façon. D'où résulte que la théorie d'un corps algébrique doit se confondre avec celle de l'ensemble des fonctions rationnelles à coefficients rationnels d'un tableau déterminé. Mais cette idée n'avait pas encore, que je sache, été mise en œuvre.

Une autre caractéristique du livre dont nous parlons est la considération des *modules types* de points. Un point dans l'espace à n dimensions est un ensemble de n nombres $p_1, p_2, \ldots p_n$, qu'on appelle ses coordonnées. Ce langage géométrique est commode, et si $n \leqslant 3$ et si de plus p_1, p_2, p_n sont réels, il correspond réellement à des faits géométriques. Mais en général il ne s'agit ici que d'algèbre, n peut être plus grand que 3, et $p_1, p_2, \ldots p_n$ peuvent être imaginaires. La somme de deux points $p_1, p_2, \ldots p_n$; $p'_1, p'_2, \ldots p'_n$; est le point $p_1 + p'_1, p_2 + p'_2, \ldots p_n + p'_n$. Une définition analogue s'applique à la différence. On appelle, d'après M. Dedekind, *module* de points (on dit aussi : *réseau*) un ensemble de points tels que la somme et la différence de deux quelconques soient dans l'ensemble.

Prenons par exemple dans un plan, où sont tracés deux axes Ox, Oy, deux points A et B non en ligne droite avec O, construisons sur OAB un parallélogramme OABC, puis sur ce parallélogramme construisons un grillage formé d'un nombre indéfini de parallélogrammes égaux à OABC. Les sommets de ces parallélogrammes (c'est-à-dire les systèmes de coordonnées de ces sommets) forment un module M. Ce module M est dit de rang deux, parce qu'il est formé par additions et soustractions répétées avec deux points A et B et qu'il ne peut être formé de cette manière avec moins de deux points. D'une façon générale, on appellera *rang* d'un module, le nombre minimum de points avec lesquels on peut le former par additions et soustractions.

D'autre part, les points du module M sont dans un plan, c'est-à-dire dans un espace à deux dimensions, mais ils ne sont pas sur une droite, c'est-à-dire dans un espace à une seule dimension (puisque O, A, B, par hypothèse, ne sont pas en ligne droite). On dit que M est de dimension deux.

Le module M a donc un rang égal à sa dimension. M. Chatelet appelle module *type* tout module qui jouit de cette propriété, et il a remarqué qu'un certain nombre de faits (approximation de plusieurs incommensurables par des fractions de même dénominateur, base des entiers d'un corps, base d'un idéal, unités fondamentales), présentant entre eux des analogies manifestes, se ramènent à un énoncé unique :

Pour qu'un module soit type, il faut et il suffit que le nombre de ses points dont les coordonnées sont toutes plus petites en valeur absolue qu'un nombre donné soit fini. C'est l'application de cet énoncé et la notation par tableaux qui font l'originalité de l'ouvrage.

Sans entrer dans des détails techniques sur les démonstrations que l'auteur tire de ses principes, il est facile de montrer le rapport qu'il y a entre les trois théories : celle des tableaux, celle des modules, celle des entiers d'un corps algébrique.

D'une part, un module de rang n est défini par n de ses points convenablement choisis, donc par le tableau des coordonnées de ces points.

D'autre part, l'ensemble des entiers d'un corps algébrique de degré n forme un module de dimension 1 et de rang n. Il est de dimension 1, puisque chacun de ses éléments, étant un seul nombre, peut être considéré comme coordonnée d'un point sur une droite. Il est de rang n, car on démontre qu'on peut former tous les entiers d'un corps par addition et soustraction à partir de n d'entre eux, formant ce qu'on appelle une *base* des entiers de ce corps. Ce module n'est donc pas type. On obtient un module type si, en même temps qu'on considère un entier, on considère ses n-1 conjugués et qu'on prend ces n nombres comme coordonnées d'un point dans l'espace à n dimensions. Dès lors, appliquant l'énoncé dont il a été parlé plus haut et la notation par tableaux, M. Chatelet arrive rapidement aux résultats fondamentaux de la théorie des entiers d'un corps algébrique.

C'est à ces résultats fondamentaux qu'il s'est borné. Nul doute qu'il aurait pu par les mêmes méthodes entreprendre facilement une étude plus approfondie, mais il n'a pas voulu le faire ici.

Par contre, il a introduit dans son ouvrage les prin-

cipaux résultats de l'analyse diophantienne du premier degré, et trois notes dont l'une sur les périodes des fonctions.

Souhaitons que l'ouvrage de M. Chatelet contribue, avec les traductions de ceux de MM. Hilbert et Sommer dont nous avons parlé dans cette revue, à répandre en France le goût d'une théorie qui y a peut-être été trop longtemps négligée.

E. Cahen,
Chargé de cours de Théorie des Nombres à la Faculté des Sciences de Paris.

Aubert (P.), *Professeur au Lycée Henri-IV*, et **Papelier** (G.), *Professeur au Lycée d'Orléans*. — **Exercices de Géométrie analytique, à l'usage des élèves de mathématiques spéciales.** *Tome Ier*. — 1 *vol. in-8° de* 360 *pages avec* 12 *figures. Librairie Vuibert. Paris*, 1914.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur la nécessité, pour tous ceux qui ont à appliquer les Mathématiques, de bien connaître le maniement des méthodes et des formules de Géométrie analytique. Ce recueil d'exercices, dû à la collaboration de deux professeurs qui ont une grande pratique de l'enseignement et qui participent depuis longtemps à la rédaction de l'excellente *Revue de Mathématiques spéciales*, sera certainement fort apprécié.

Le présent volume est consacré à la Géométrie plane : ligne droite, cercle; courbes dont l'équation est résolue par rapport à l'une des coordonnées, ou dont les coordonnées peuvent s'exprimer en fonction d'un paramètre, courbes données par leur équation en coordonnées polaires; classification et construction des coniques; équations générales de coniques satisfaisant à des conditions diverses; exercices sur les centres et diamètres, et sur les coniques données par leur équation réduite.

Il y a 451 numéros, mais, comme, sous un même numéro, on trouve, très fréquemment, plusieurs questions distinctes se rapportant à une même figure, ou encore une liste de plusieurs courbes à construire, le nombre des questions que l'on pourrait distinguer est plus considérable que celui des numéros. Certaines questions sont traitées avec détails, voire même par plusieurs méthodes; d'autres sont simplement énoncées; pour un assez grand nombre, le résultat est indiqué d'une façon sommaire; de sorte que le lecteur a un travail personnel à faire, mais il a aussi un contrôle de ce travail.

La variété des questions énoncées ou traitées non seulement donne de l'intérêt au lecteur, mais elle lui permet aussi d'apprendre, à l'occasion, un certain nombre de formules ou de propriétés, qu'on ne peut pas donner dans un cours, nécessairement chargé déjà, mais dont l'utilité n'est certainement pas contestable. Ce recueil d'exercices doit donc devenir le *vade mecum* de tout élève de mathématiques spéciales désireux de tirer de son cours tout le profit possible.

Ch. Bioche,
Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

Moritz (F.), *ancien Ingénieur de la Marine*. — **Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermo-dynamique.** — 1 *vol. in-8° de VI-*298 *pages*, 115 *figures dans le texte et une planche*. (*Prix* : 13 *fr.*). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1913.

L'auteur expose dans sa préface l'objectif qu'il s'est proposé : « étudier le fonctionnement thermique théorique de la plupart des moteurs actuellement en usage (moteurs à explosion et à combustion, machines alternatives à vapeur et turbines à vapeur) et indiquer comment on peut lui comparer les relevés expérimentaux », sans s'engager toutefois dans le détail des résultats numériques d'essais faits sur des moteurs existants, détail que l'on trouve dans de nombreux traités spéciaux. Le caractère de l'ouvrage est donc à la fois théorique et pratique, et il sera bien accueilli par les techniciens, désireux de creuser les questions complexes que soulève l'emploi des moteurs thermiques, à la lumière des principes de la science et des faits dûments constatés : ils y trouveront un exposé simple, clair et méthodique.

Les deux premiers chapitres constituent un rappel des théorèmes fondamentaux, avec application aux échanges de chaleur effectués le long d'un cycle quelconque.

L'auteur passe ensuite aux machines à gaz (chapitre III), aux machines à vapeur à piston (chapitre IV) et aux turbines à vapeur (chapitre V et VI). Cette dernière étude exigeait un exposé complet des travaux relatifs à l'écoulement des vapeurs; il y a été tenu compte des effets perturbateurs produits par les frottements, chocs et tourbillonnements.

Les turbines occupent près d'un tiers du livre, de la page 107 à la page 282 : les types principaux sont passés en revue et d'ingénieux graphiques facilitent la comparaison de leurs rendements respectifs. Un article traite du changement de régime de marche des turbines.

La planche reproduit un réseau entropique; c'est une représentation de toutes les propriétés de la vapeur d'eau, indispensable pour l'étude de toutes machines motrices à vapeur. Le tracé a été fait par M. Cacand, ingénieur des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Cette planche se vend à part au prix de 1 fr. 50.

M. Moritz est trop modeste, en déclarant que les ingénieurs des machines motrices trouveront dans son travail le *minimum* de ce qu'ils doivent savoir : une lecture méditée du livre leur donnera des clartés sur de nombreuses questions, qui sont pour eux d'un suprême intérêt.

Aimé Witz,
Correspondant de l'Institut.

Edmond (M.), *Ingénieur de la Marine*. — **Accessoires de Coque.** — 1 *vol. in-*18 *jésus de* 308 *pages et* 116 *figures de l'Encyclopédie scientifique*. (*Prix* : 5 *fr.*) *Doin et fils éditeurs. Paris*, 1914.

L'ouvrage traite des accessoires de coques et des emménagements des navires; il comprend deux parties distinctes, où l'auteur étudie l'installation générale des principaux services du navire.

Dans la première, les accessoires de coque sont répartis entre les différents services du navire auxquels ils sont particulièrement destinés et qui correspondent :

1° Aux appareils de mouillage (ancres, chaînes, cabestans et guindeaux pour le relevage);

2° Aux apparaux d'amarrage et de remorquage;

3° Au gouvernail et à sa manœuvre;

4° Aux tuyautages de coque (service d'eau douce et d'eau de mer, noyage des soutes, assèchement des compartiments envahis en cas d'échouage ou d'avaries de combat);

5° A la ventilation du navire (renouvellement de l'air dans les diverses parties du navire et arrivée aux chaudières de l'air nécessaire à la combustion);

6° Aux embarcations, à leur installation à bord et à la manœuvre pour les mettre à l'eau ou les reprendre à bord.

La seconde partie a trait aux différents emménagements concernant :

1° La puissance militaire du navire (soutes à munitions et accessoires);

2° L'appareil moteur et évaporatoire;

3° Les approvisionnements de toute nature;

4° L'habitabilité (logement du personnel, cuisines, boulangerie, hôpital, et annexes);

5° La conduite du navire (navigation, signaux, etc.).

Comme les règles générales sont les mêmes, qu'il s'agisse de navires de guerre ou de commerce, exception faite, bien entendu, de ce qui a trait à l'habitabilité, l'auteur a examiné particulièrement le cas des navires de guerre; les installations qui s'appliquent aux navires de commerce s'en déduisent immédiatement; elles sont en général un peu plus simples,

les problèmes à résoudre étant moins complexes.

L'auteur, qui était un ingénieur d'avenir, paya beaucoup de sa personne lors des tentatives de renflouage du *Sully* : il est mort des suites de fatigue du service aggravée par un reste de maladie contractée en Cochinchine. — Ce petit livre porte la marque du soin qu'il apportait à tout ce qu'il faisait et on y trouve à côté des descriptions les éléments des calculs usuels des principaux accessoires de coque. C'est un ouvrage qui peut rendre de précieux services.

A. Croneau,
Ingénieur en Chef de la Marine.

2° Sciences physiques

Allen (Stanley). — **Photoelectricity.** — 1 *vol. in-8 de* 221 *pages avec* 35 *fig.* (*Prix* : 9 *fr.* 40.) *Longmans, Green and Co. Londres*, 1913.

On réunit sous le titre de photoélectricité plusieurs phénomènes différents, dont les principaux sont l'émission de charges négatives par certains corps sous l'influence des radiations lumineuses ou ultra-violettes (effet Hertz-Hallwachs), et l'ionisation des gaz ou vapeurs par les mêmes radiations (effet Lenard). L'effet Hertz est connu depuis 1887 et a donné lieu à un nombre très considérable de travaux théoriques et expérimentaux. L'effet Lenard, signalé en 1900, et contesté à juste titre par divers auteurs dans les débuts, n'a été mis hors de doute que récemment, depuis que l'on a utilisé systématiquement les très petites longueurs d'onde; aussi son étude est-elle à peine commencée. On comprend dès lors que le livre de M. Allen, tout en consacrant quelques pages au second phénomène, s'occupe presque exclusivement du premier. Après une introduction historique, il étudie l'effet Hertz successivement dans le vide et dans les gaz. Il passe en revue dans des chapitres distincts l'influence de la pression du gaz, de la température, de l'intensité et de l'état de polarisation de la lumière incidente, enfin de la longueur d'onde. L'importante question de la variation de vitesse initiale des électrons photo-électriques avec la fréquence excitatrice est examinée avec soin. Un chapitre est consacré aux théories de l'effet Hertz (Einstein, Richardson, etc.), un autre à la fatigue photoélectrique. Les derniers chapitres sont peut-être les plus originaux : ils s'occupent des relations de la photo électricité avec la phosphorescence, la fluorescence et les actions photographiques. En un mot, le livre de M. Allen est un exposé consciencieux et complet de la question.

Il est cependant impossible, pour peu que l'on se soit occupé personnellement de ces phénomènes, de ne pas être frappé, à la lecture de ce livre, de l'insuffisance des résultats actuellement connus. Assurément les expériences de MM. Pohl et Pringsheim sur les effets photoélectriques sélectifs, les travaux de M. Richardson et de ses collaborateurs sur les vitesses initiales, et les idées théoriques de MM. Einstein et Sommerfeld ont réalisé quelques progrès. Mais combien nous sommes loin d'être définitivement fixés sur la loi si importante des vitesses initiales! Combien mal nous comprenons les phénomènes de fatigue photoélectrique! Ces questions sont encore en pleine évolution; et, bien qu'un livre comme celui de M. Allen les saisisse à un moment intéressant de leur développement historique, il ne peut que poser les problèmes sans arriver à les résoudre. Le livre se ressent donc nécessairement de la confusion des idées et des faits. Il rendra cependant des services parce que son auteur, avec une conscience et une impartialité dont il faut le louer, a tenu compte de presque tous les travaux importants. Il était inévitable cependant que, dans un exposé aussi difficile, il se glissât quelques erreurs et il se produisit quelques oublis. A propos de la fatigue, par exemple, l'auteur néglige d'insister sur les cas si curieux de *fatigue negative* et sur la dépendance de la fatigue et de la longueur d'onde excitatrice. D'autre part, à l'époque même de la publication du livre, des travaux intéressants ont jeté quelque lumière sur l'origine du phénomène de Hertz et le rôle qu'y jouent les gaz occlus par les cathodes. Ce sont là des lacunes d'importance secondaire que le lecteur averti pourra combler aisément et qui n'enlèvent aucun de ses mérites à l'ouvrage.

Eugène Bloch,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

Hughes (Arthur Hewelyn), *Professeur-assistant de Physique au Rice Institute.* — **Photoelectricity.** — 1 *vol. in-8 de* 144 *pages avec* 40 *fig.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *The University Press. Cambridge*, 1914.

Cette monographie, à peine postérieure à la précédente, est beaucoup plus brève et conçue dans un esprit tout différent. Le sujet, au lieu d'y être traité dans toutes ses particularités, est restreint à quelques importants chapitres, en particulier à ceux qui ont fait l'objet des recherches personnelles de l'auteur. Nous citerons parmi ceux-ci l'ionisation des gaz par l'ultra-violet et la loi des vitesses initiales considérées comme fonction de la longueur d'onde excitatrice. Au contraire, les problèmes que soulève la fatigue photoélectrique sont simplement esquissés et le rôle des gaz est très incomplètement décrit. Le livre gagne à cette systématisation en clarté et en intérêt; il perd peut-être en impartialité et en valeur documentaire. Nous ne saurions, par exemple, nous associer sans réserves aux conclusions de l'auteur sur les longueurs d'onde capables d'ioniser l'air atmosphérique. La tentative qu'il a faite, d'autre part, pour déduire des mesures photoélectriques les longueurs d'onde des radiations émises par l'arc au mercure dans la région de Schumann ne semble pas non plus avoir été très heureuse.

Par contre, ces quelques imperfections sont rachetées largement par les vues nettes et intéressantes de l'auteur sur beaucoup de questions théoriques et pratiques, et par le soin qu'il a mis de tenir compte des travaux les plus récents. Nous ne saurions donc faire autrement que de recommander son ouvrage.

Eugène Bloch,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

Desch (C. H.), *Maître de Conférences à l'Université de Glasgow.* — **Intermetallic Compounds.** — 1 *vol. in-8° de* VI-116 *pages.* (*Prix cart.* : 3 *fr.* 75.) *Longmans, Green and C°, éditeurs. Londres*, 1914.

La collection des *Monographs on inorganic and physical Chemistry*, dont ce petit livre fait partie et qui est publiée sous la direction du Professeur A. Findlay, a pour but de permettre aux personnes ayant une bonne culture scientifique générale, — aux étudiants avancés par exemple, — de se mettre rapidement au courant des progrès récents acquis dans les domaines les plus importants des sciences physicochimiques, et d'orienter ainsi leurs lectures et leurs recherches. La rédaction du volume consacré aux alliages a été confiée au Dr C. H. Desch, qui vient également de faire paraître la seconde édition de son excellent *Traité de Métallographie.*

Après un bref historique, où l'auteur rappelle un certain nombre d'erreurs commises jadis dans l'étude des alliages, M. Desch consacre les premiers chapitres de son ouvrage aux méthodes classiques de détermination des combinaisons *intermétalliques* (analyse thermique, microstructure, isolement des composés par voie physique ou chimique), en ayant soin de signaler les particularités et les difficultés de celles-ci [1]. L'auteur est ainsi conduit à dire quelques mots des combinaisons métalliques naturelles, et insiste, à ce propos, sur la notion de *solution solide*, encore étran-

[1] Cf. Conférences sur les alliages faites à la Société de Chimie physique, par Rengade, Jolibois et Broniewski. (Paris, A. Hermann et fils, 1912.)

gère à bien des chimistes sous sa forme générale.

La seconde partie de la monographie de Desch permet de se rendre compte du rôle que peuvent jouer, dans la détermination des composés *intermétalliques*, les propriétés physiques des alliages solides, souvent modifiées d'une manière considérable par la formation de ces produits d'addition : celles que signale l'auteur n'ont pas toutes la même valeur et la même importance (volume spécifique, dureté, conductibilité électrique et thermique, pouvoir thermoélectrique, potentiel électrochimique, chaleur de formation et chaleur spécifique, propriétés magnétiques, etc.) ; aussi chaçun de ces paragraphes a-t-il reçu un développement en proportion de ses applications. — Un chapitre fort intéressant sur l'existence des composés *intermétalliques* dans les alliages liquides complète cet exposé : on y trouvera de nombreuses indications relatives à l'emploi des méthodes les plus favorables à cette étude (conductibilité électrique et variations de son coefficient de température avec la composition du système, etc.).

Quelques remarques sur les systèmes ternaires et les combinaisons à caractère métallique formées par certains éléments tels que C, Si, etc., avec divers métaux, précèdent un essai de classification des composés intermétalliques, — conclusion naturelle de l'ouvrage, que l'insécurité d'un grand nombre de résultats expérimentaux rend particulièrement difficile : après avoir rappelé les règles proposées par Tammann et leurs exceptions, ainsi que les relations entre la valence et l'électroaffinité signalées par Abegg, l'auteur montre l'usage que l'on peut faire de ces dernières dans une telle étude, forcément incomplète, puisque l'analyse thermique, principal agent de recherche des combinaisons *intermétalliques*, ne donne, par sa nature même, qu'une limite inférieure du nombre de ces combinaisons.

Un index bibliographique termine ce volume, qui rendra de grands services à tous ceux qui désirent connaître la valeur des méthodes métallographiques et les résultats qu'elles permettent d'obtenir : on trouvera dans cet index, qui aurait pu comprendre une plus grande quantité de publications de langue française, un certain nombre de mémoires dont l'examen sera particulièrement profitable aux lecteurs de l'ouvrage de M. Desch.

GEORGES BAUME,
Privat-docent à l'Université de Genève.

Dony-Hénault (O.), *Professeur à l'Ecole des Mines et à la Faculté polytechnique de Mons*; **Gall** (H.), *Ingénieur, Administrateur délégué de la Société d'Electrochimie*; **Guye** (Ph. A.), *Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Genève.* — **Principes et Applications de l'Electrochimie.** — *Tome quatrième de l'Encyclopédie de Science chimique appliquée aux arts industriels, publiée sous la direction de M. le Professeur Chabrié.* (*Prix* : 30 *fr.*) *Ch. Bérenger, éditeur, Paris et Liége*, 1914.

L'autorité des auteurs de cet ouvrage suffirait à le recommander. On sait que MM. Gall et Guye ont été, comme savants et industriels, parmi les promoteurs de l'électrochimie moderne.

Dans ce livre, on a eu le souci de s'élever au-dessus de la simple description, anatomique, si l'on peut dire, des appareils et d'insister sur la physiologie des procédés à l'œuvre, de ceux du moins qui ont fait leur preuve.

L'introduction théorique (173 pages) de M. Dony-Hénault est consacrée à l'étude de la dissociation électrolytique. La seconde partie (406 pages) de MM. Dony-Hénault et Gall, comprend, sous le nom d'*Applications de l'Electrochimie*, l'électrolyse de l'eau (hydrogène, oxygène et produits connexes), l'oxydation et la réduction électrolytiques, avec la préparation de produits minéraux et organiques, l'électrolyse des sels halogénés des métaux alcalins et alcalino-terreux, où l'on trouve des points de vue personnels et des résultats d'expériences inédites faites par M. Dony-Hénault, l'électrolyse des solutions salines des métaux lourds (analyse et titrage électrolytiques, galvanoplastie et électrométallurgie) et des sels fondus, les produits du four électrique, les résultats de l'effluve électrique.

Enfin, la troisième partie comporte la synthèse électrothermique de dérivés oxygénés de l'azote; c'est M. Guye — dont les travaux sur ce sujet sont justement célèbres — qui s'en est chargé.

Dans un livre qui s'intitule *Principes d'Electrochimie*, on ne peut s'attendre à trouver tous les sujets qui se rattachent à l'électrolyse. Cependant, il y a des questions fondamentales qu'on s'étonnera de ne voir ni traitées ni même résumées. C'est le cas de l'électrolyse par courants alternatifs, qui a été si bien résumée et étudiée par MM. Brochet, Petit, Leblanc, etc. C'est le cas de l'électro-sidérurgie des sels complexes.

A propos, signalons le très intéressant tableau de la page 393 où l'on trouvera la tension de décomposition (de *polarisation* eût été plus correct) d'un certain nombre de métaux en solution de cyanure, d'oxalate d'ammoniaque, de tartrates d'ammoniaque, de soude et de potasse.

Dans la première partie, il y a quelques petites incorrections qui ont échappé à M. Dony-Hénault :

A propos de la loi de Faraday, l'énoncé suivant : « Les quantités d'un corps séparées à l'électrode sont proportionnelles en un temps donné à l'intensité du courant » rendait inutile la phrase suivante : « et en un temps quelconque à la quantité d'électricité qui traverse le circuit. »

La conductivité est quelquefois suivie du qualitatif bien superflu de *spécifique* (p. 79, 91, 95). C'est la conductibilité d'un *cube* (!) *géométrique* (!!) de 1 centimètre carré × 1 centimètre (p. 74).

Dans la discussion relative au voltamètre à cuivre (p. 33-39), il n'est pas question du phénomène de Hittorf qui y joue, cependant, un rôle nuisible mais important, à moins que M. Dony-Hénault ait sous-entendu la circulation du liquide.

Dans la deuxième partie, à propos de l'analyse électrolytique (p. 394), il est dit que *l'étain et l'arsenic ne se déposent pas d'une solution dans* Na^2S, *l'antimoine bien*; c'est là une erreur : l'étain, pour ne pas se déposer, doit être engagé dans un complexe qui n'est stable qu'en présence de NaSH concentré. Enfin, pourquoi est-il dit (p. 394) : *il est toujours avantageux d'opérer dans les solutions des sels normaux*? alors que les dépôts obtenus en sels *complexes* sont toujours plus beaux.

Voilà quelques observations que nous aurions aimé formuler plus brièvement, mais que nous devions à la vérité et qui n'enlèvent d'ailleurs rien à la valeur du livre qui reste entière.

A. HOLLARD,
Docteur-ès-sciences.

Chaplet (A.), *Ingénieur-Chimiste.* — **Les Apprêts textiles.** — 1 *vol. in-8° de* 360 *pages avec* 68 *figures de l'Encyclopédie industrielle.* (*Prix* : 2 *fr.* 50). *Gauthier-Villars. Paris*, 1914.

Le titre de l'ouvrage de M. A. Chaplet, légèrement modifié, devrait ou pourrait être : *Les apprêts des textiles.* Si l'on dit « les fibres textiles » pour les fibres susceptibles d'être mises en tissu et « les industries textiles » pour celles qui se rapportent au tissage, l'association du mot « apprêt » et de l'adjectif « textile », avec l'un ou l'autre des sens précités, ne comporte plus de signification.

On peut définir les apprêts : des traitements ou des opérations de finissage, qui ont pour but de faire ressortir et de mettre en relief les caractères propres et les qualités des fils et des tissus, et aussi de leur en faire acquérir de nouvelles. C'est ce que l'auteur fait judicieusement remarquer, du reste, dans sa Préface. Le mercerisage, le chlorage, le grillage, l'épaillage, sont à nos yeux plutôt des traitements que des apprêts réagissants et désagrégeants, suivant l'expression de M. A. Chaplet.

L'ouvrage est divisé en cinq Chapitres.

Chap. I. — *Matières premières de l'apprêt.* Epaississants, adoucissants, sels et composés divers, matières de charge, colorants, imperméabilisants, ignifuges, antiseptiques.

Chap. II. — *Apprêts couvrants. Apprêts mécaniques.* Préparation et imprégnation, machines à ouvrir et à élargir, calandres et machines à comprimer les tissus, mangles, essorage, séchage, dérompage, stoppage, feutrage.

Chap. III. — *Apprêts réagissants et désagrégeants.* Mercerisage, chlorage, secrétage, grillage, épaillage.

Chap. IV. — *Apprêts spéciaux.* Apprêts-cuirs, apprêts métallisés, apprêts imperméables et ignifuges.

Chap. V. — *Apprêts des cotonnades et des textiles végétaux.* Propriétés des fibres, traitement des divers genres de tissus.

Chap. VI. — *Apprêts des lainages et soieries.* Ensimage, décatissage, lustrage, charge des soies.

Chap. VII. — *Apprêts des fils et cordes.* Parage, encollage, apprêts des ficelles de jute, cordages en chanvre.

L'auteur n'a pas eu la prétention d'écrire un traité complet des apprêts. Son but était, grâce aux renseignements bibliographiques, groupés à la fin de chaque chapitre, de fournir un guide aux praticiens qui s'occupent des apprêts, et dans ce sens il a parfaitement réussi. M. Prud'homme.

3° Sciences naturelles

Escard (Jean), *Ingénieur civil.* — **Les Pierres précieuses.** — 1 *vol. in-4° de* XXVIII-520 *pages avec* 372 *figures et* 24 *planches hors texte dont* 8 *en couleurs* (*Prix* : 30 *francs*). *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1914.

M. Escard vient de consacrer à la question des pierres précieuses un ouvrage qui manquait à la littérature scientifique française moderne et qui sera accueilli avec empressement dans de nombreux milieux : chimistes, minéralogistes, géologues, prospecteurs, lapidaires, joaillers, trouveront à y puiser une foule de données utiles, résultat des recherches personnelles, à la fois expérimentales et bibliographiques, de l'auteur.

L'ouvrage débute par un aperçu historique, exposant les idées des Anciens et des Modernes sur la nature et les propriétés des gemmes, qui ont tour à tour servi de parures, de talismans ou de cachets.

L'auteur aborde ensuite les propriétés caractéristiques et les procédés de détermination des pierres précieuses. Ces propriétés sont surtout la forme cristalline, la densité, la dureté et la réfringence, et les appareils destinés à la mesure de ces qualités : goniomètres, densimètres, scléromètres, réfractomètres, sont l'objet d'une minutieuse description. Dans un autre chapitre, l'auteur examine diverses particularités présentées par les pierres précieuses, spécialement la transparence et la couleur, leur origine et les modifications qu'elles peuvent subir sous l'influence de divers agents : chaleur, substances radio-actives, rayonnements variés, puis la phosphorescence et la fluorescence produites par la lumière solaire, la décharge électrique, le radium, les rayons violets.

Après ces généralités, M. Escard entreprend l'étude détaillée des diverses gemmes. Deux chapitres sont d'abord consacrés à la plus célèbre et à la plus importante d'entre elles, le diamant (propriétés générales, histoire de quelques diamants, gisements diamantifères et leur exploitation). Puis viennent : les gemmes quartzeuses, comprenant le quartz proprement dit et ses diverses variétés, les calcédoines, agates et jaspes, et enfin les opales; les gemmes silicatées, comprenant des silicates simples (comme le zircon), le groupe des feldspaths nobles, et enfin des silicates complexes (comme les topazes); la famille des grenats, tourmalines et béryls; puis les gemmes de compositions diverses non silicatées, parmi lesquelles il faut distinguer les gemmes alumineuses : corindons, rubis, saphir; les aluminates : spinelles, et des gemmes diverses : turquoise, lazulite, malachite, etc... Enfin un dernier chapitre traite des gemmes d'origine organique, qui sont la perle, le corail et l'ambre.

La grande valeur de certaines pierres précieuses naturelles a incité depuis longtemps les chimistes à les reproduire artificiellement. M. Escard n'a pas manqué d'exposer dans son ouvrage les essais tentés dans cette voie. Après avoir décrit les méthodes générales de synthèses utilisées : fusion simple ou en présence de solvants, réactions chimiques en présence de vapeurs, action des minéralisateurs, il donne les résultats obtenus qui ont conduit à la production artificielle du diamant, du rubis, du saphir, de la topaze, de l'émeraude, etc.

Le travail des pierres précieuses, en particulier la taille et le polissage, destinés à leur donner une forme et un éclat qui les rendent utilisables comme parures, puis la gravure et la sculpture sur gemmes, qui conduisent à la production des camées et des intailles, font l'objet de deux chapitres intéressants. Un autre est consacré à l'utilisation des pierres précieuses dans les arts industriels : on sait que la grande dureté du diamant a trouvé son application dans la fabrication de scies, de perceuses, de perforatrices, de filières; que le corindon a trouvé un vaste emploi comme abrasif; que le quartz naturel ou fondu sert à la construction d'instruments d'optique, de thermomètres, d'étalons de longueur, de lampes électriques.

Enfin l'ouvrage se termine par la description des procédés qui ont été utilisés pour imiter les pierres précieuses, des produits auxquels ils ont donné naissance et des moyens qui permettent de déceler ces imitations.

Le livre de M. Escard est pourvu d'une abondante illustration, en particulier de planches dont plusieurs en couleurs qui reproduisent les principales gemmes et qui, avec une bibliographie d'une cinquantaine de pages, ajoutent beaucoup à l'intérêt et à la valeur de ce remarquable ouvrage.

Louis Brunet.

Brites (Geraldino). — **Investigaçôis istolójicas. — I. Cadaverisaçâo e autólise (estado atual da questâo). — II. Cadaverizacâo et autólise da medula espinhal. — III. O sistema nervoso dos Aranideos dipulmonados.** — 3 *mémoires de* 94 *pages*, 97 *pages et* 69 *figures*, 94 *pages et* 165 *figures*. (*Laboratorio de istologia e embriolojia da Faculdade de medicina da Universidade de Coimbra.*) *Coimbra, Imprensa da Universidade*, 1911, 1912, 1913.

I. Le premier mémoire est une mise au point, un historique très complet des problèmes qui concernent la cadavérisation et l'autolyse. C'est une introduction au second mémoire. Dans un premier chapitre, le problème est posé au point de vue chimique. Le second chapitre traite de la question morphologique de l'autolyse; elle a marché de pair avec les progrès de l'histologie; l'étude de l'autolyse a abouti à des résultats très variés. Un dernier chapitre est employé à faire ressortir l'importance de l'étude de la cadavérisation et de l'autolyse en histologie, en médecine légale, en physiologie et en hygiène.

II. L'étude des altérations cadavériques et plus particulièrement autolytiques de la moelle a été faite sur des morceaux de moelle épinière de chien et de lapin, placés dans un milieu clos légèrement phéniqué pour étudier la cadavérisation, et plongés, pour l'étude de l'autolyse dans un milieu humide aseptique ou dans l'huile stérilisée. Les pièces très altérées supportant mal l'inclusion à la paraffine, la celloïdine a été employée comme masse à inclusion. Des colorations ordinaires et des colorations spécifiques du système nerveux ont été pratiquées. Les résultats principaux ont été les

suivants : pour les cellules nerveuses, la désintégration cadavérique des corps de Nissl est accélérée par l'intervention des microbes et retardée par la conservation aseptique. Les altérations consistent essentiellement en ce que la substance achromatique devient colorable, tandis que les corps de Nissl qui s'estompent deviennent indifférents à la nature des colorants, puis acidophiles; ces corps de Nissl, à un certain moment de la cadavérisation, fixent l'argent colloïdal. La décomposition des névrofibrilles, beaucoup plus précoce dans le corps cellulaire que dans les prolongements, se fait par morcellement et pulvérisation. Les granulations cytoplasmiques et spécialement les grains érythrophiles de Held deviennent rapidement invisibles. De nombreuses altérations nucléaires surviennent : entre autres il faut signaler l'apparition de nombreux filaments intranucléaires, qui ne sont que des plis de la membrane nucléaire et que cependant l'auteur croit pouvoir identifier aux bâtonnets décrits par Roncoroni et par d'autres. Le nombre des nucléoles augmente ainsi avec les progrès de la cadavérisation; le nucléole se vacuolise, et les vacuoles produites ne sont autres que les corps réfringents de Lache.

Quant aux ramifications et arborisations terminales des collatérales, elles se dilatent en ampoules, deviennent sinueuses, se fragmentent en morceaux qui finalement se dispersent.

Les cellules névrogliques, dont la régression sera l'objet d'une étude spéciale ultérieure, se distinguent par la résistance de leur noyau, qui finit cependant par se désagréger et être éliminé. Il en est à peu près de même pour les cellules épendymaires.

Dans la substance blanche, enfin, il faut noter la disparition de la disposition concentrique de la gaine de myéline et sa réduction, ainsi que celle de l'axone, à des débris très chromophiles.

Il va de soi que la chronologie de ces processus n'a absolument rien de fixe et qu'elle est troublée par des causes variées.

III. Le troisième mémoire est une étude très détaillée du système nerveux des araignées. L'auteur y examine la topographie générale du système nerveux central, la cytologie, l'architecture cellulaire, c'est-à-dire la répartition des cellules, la systématisation, c'est-à-dire la course des faisceaux nerveux. Cette description ne se prête guère à une analyse. On peut relever seulement dans la partie cytologique les points suivants : les cellules nerveuses sont du type unipolaire et multipolaire; le prolongement unique des cellules unipolaires se bifurque en T; au point de vue fonctionnel, ces cellules sont les unes motrices, d'autres sensitives, les autres sont des éléments d'association (comme chez les Mollusques Gastéropodes). L'auteur a étudié par les méthodes appropriées la disposition des corps de Nissl et du spongioplasme, celle des neurofibrilles, l'état du noyau et de son nucléole. A. Prenant.

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

Snethlage (Mlle E.). — **Catalogo das Aves amazonicas** (Catalogue des Oiseaux de l'Amazone). — 1 *vol. in-8° de* 532 *pages, avec* 5 *planches et* 1 *carte* (*Tome VIII du Boletim do Museu Goeldi*). *Museu Goeldi, Para* (*Brésil*), 1914.

Ce catalogue a pour base principale la collection d'oiseaux de l'Amazone conservée au Musée Goeldi, à Para, et qui comporte plus de 10.000 individus. On a fait état également des espèces mentionnées par tous les explorateurs de la région, depuis Alexandre de Humboldt, au commencement du siècle dernier, jusqu'à la fin de 1913. L'auteur, Mlle Snethlage, qui est attachée depuis 1905 au Musée Goeldi, et qui a contribué par de nombreuses expéditions à en enrichir les collections ornithologiques, était mieux placée que quiconque pour la publication de ce catalogue d'ensemble, qui fait honneur à l'activité scientifique des naturalistes qui travaillent à Para.

4° Sciences médicales

Lordier (Ch.). — *Ingénieur civil des mines.* — **Economie politique et Statistique.** — 1 *vol in-8° de* 604 *pages.* (*Prix :* 10 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1914.

La tâche entreprise par M. Lordier était difficile : résumer dans un volume assez court l'Économie politique et la Statistique apparaît a priori comme un problème insoluble.

M. Lordier le dit nettement dans sa préface et, pour juger son livre, il faut bien connaître le public auquel il s'adresse: les conducteurs de travaux ont une éducation scientifique assez étendue; mais, dans les écoles qui les ont préparés à leur tâche, les problèmes sociaux sont rarement abordés et, cependant, la possession de notions claires et précises d'économie politique apparaît indispensable à tous ceux qui peuvent avoir, à un moment donné de leur carrière, à créer des affaires avant d'avoir à les exécuter matériellement. C'est le point de vue qui a guidé l'auteur.

Dans une courte introduction, il indique le but de l'Economie politique et ses rapports avec la Morale et le Droit; il fait suivre cette introduction d'un aperçu sur l'histoire de l'Economie politique.

La seconde partie du livre est relative à la production de la richesse et aux rapports du capital et du travail, à l'organisation et aux formes de la production, enfin à l'intervention de l'État; vu l'exiguité du cadre que s'était imposé l'auteur, il a nécessairement écourté certains chapitres; mais, dans l'ensemble, il a fait un exposé très suffisant pour que le lecteur désireux de s'instruire s'initie aux principes fondamentaux et puisse orienter les recherches qui l'intéressent plus particulièrement; il y aurait cependant des critiques à faire, notamment sur la définition du capital, et la classification des choses dans les diverses natures de richesses; l'auteur s'est laissé entraîner par ses idées personnelles, tout en s'en défendant: on doit d'ailleurs reconnaître que, dans la plupart des questions controversées, il expose les thèses soutenues par les divers économistes, sans prendre parti.

La troisième partie du livre est consacrée à la circulation de la richesse, monnaie, crédit, outillage national, commerce. Aucune question n'est laissée de côté et l'auteur a fait un véritable tour de force en faisant un pareil exposé, condensation excellente du beau traité de M. Colson.

La répartition de la richesse forme la quatrième partie du livre. L'étude de la propriété est faite avec beaucoup de soin et constitue une excellente préparation aux théories de l'impôt: la détermination de la part du capital et du travail fait l'objet d'une discussion des diverses théories; mais, après la lecture de cette partie du livre, il nous semble que le lecteur, non préparé à une pareille étude, aura quelque peine à distinguer le bon grain de l'ivraie.

La cinquième partie, très courte, indique les problèmes soulevés par la consommation de la richesse.

Enfin la dernière partie concerne la « Statistique »; elle est visiblement inspirée par les beaux travaux de Cheysson et de March : il y a même confusion de nom entre les deux auteurs. M. Lordier ne s'est pas attardé à faire un exposé technique des méthodes statistiques et il s'est contenté de les signaler brièvement, estimant que ses lecteurs comprendraient à demi-mot, grâce à leur éducation spéciale; devons-nous dire que nous sommes cependant un peu sceptiques à cet égard.

En somme, nous croyons que l'auteur a fait une œuvre utile et que son livre peut servir à diriger des lecteurs désireux d'avoir des notions sur les grands problèmes si complexes que soulèvent les relations entre les individus. A ce titre, nous ne pouvons que féliciter sincèrement M. Lordier. A. Barriol.

Secrétaire général de la Société de Statistique de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Août 1914.

M. G. **Lemoine** lit une notice sur la vie et l'œuvre de Louis Henry, Correspondant de l'Institut. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **Considère**, Correspondant pour la Section de Mécanique.

1° Sciences physiques. — M. J. **Boussinesq** expose une théorie de la transpiration des gaz à travers les milieux poreux. — MM. **Chaspoul** et **Bachalard** montrent que le nombre de points sensibles d'un détecteur à cristaux, employé en t. s. f., augmente notablement sous l'influence de l'émanation du radium sur la spirale du détecteur, et qu'on peut, de cette façon, sensibiliser des détecteurs qui ne fonctionnent pas. — MM. J. **Blumenfeld** et G. **Urbain** ont mesuré le spectre d'arc ultra-violet du néoytterbium et donnent la liste des lignes observées. — M. F. **Canac** décrit une méthode pour construire le réseau d'un cristal et en calculer les paramètres en étudiant la façon dont se déplacent les taches qui se produisent par l'action des rayons de Rœntgen, lorsqu'on fait tourner le cristal autour de certains axes particuliers (normales aux faces du noyau fondamental).

2° Sciences naturelles. — M. M. **Herlant** a reconnu, contrairement à l'opinion généralement admise, que les deux pôles du fuseau de la première mitose, dans la segmentation de l'œuf parthénogénétique d'oursin, ne résultent pas de la division du centrosome femelle : celui-ci, sans se diviser, constitue l'un d'eux; l'autre pôle est un cytaster. — MM. A. **Frouin** et D. **Roudsky** ont constaté que les sels de lanthane et de thorium possèdent une action bactéricide et antitoxique sur le vibrion cholérique. Ingérés après six heures dans le choléra expérimental du singe, ils ont un effet thérapeutique très net; aucun animal traité n'est mort. — M. et Mme V. **Henri** admettent que, sous l'influence d'une courte irradiation, le microbe du charbon perd la possibilité de sécréter des ferments protéolytiques, tout en gardant celle de produire des ferments amylolytiques. Un tel microbe, placé sur un milieu nutritif, a besoin d'hydrates de carbone pour se développer; il changera donc de régime alimentaire et il en résultera une modification de la forme et de toutes les propriétés biologiques et biochimiques du microbe. — M. **Edm. Delorme** donne quelques conseils aux chirurgiens au sujet des blessures de guerre. A l'heure actuelle, la chirurgie de guerre doit être conservatrice dans la grande majorité des cas, dans la presque totalité des blessures par les balles. La conservation doit être la règle du traitement des fractures par les balles ; elle assure presque toujours la guérison, quels que soient l'os atteint, l'étendue ou le degré de comminution du dégât osseux.

Séance du 17 Août 1914.

1° Sciences physiques. — M. O. **Scheuer** a observé que la combinaison de H^2 et O^2, sous l'action des rayons α, est très intense; dans un cas même, on a eu une réaction spontanée, accompagnée de l'explosion du ballon. On retrouve pour le gaz tonnant la constance du rapport b/a (a = nombre des paires d'ions formées par curie-seconde; b = nombre de molécules de gaz recombinées par curie-seconde), qui se montrait déjà dans la décomposition de l'eau où il était égal à l'unité, mais ici il est beaucoup plus grand. — M. A. **Werner** montre que le pouvoir rotatoire est une propriété qui se présente aussi chez les composés ne contenant pas de carbone. Il l'a constaté, par exemple, chez le bromure dodécaminehexoltétracobaltique. — M. P. **Pascal** a observé que, lorsqu'un des métaux Hg, Sn, Pb, est engagé dans une combinaison saline, on peut lui assigner un coefficient d'aimantation atomique constant dans chaque série de sels; tandis qu'un de ces coefficients coïncide exactement avec la limite inférieure, observée dans les séries organo-métalliques, l'autre avoisine toujours la limite supérieure. Dans les sels halogénés, il y a une dépréciation très nette du diamagnétisme. — M. N.-A. **Barbieri** décrit un procédé d'analyse immédiate du blé, basé sur l'action successive de solvants neutres variés. — MM. G. **Bertrand** et A. **Compton** ont reconnu que, sous l'influence du temps, l'amygdalinase et l'amygdalase retirées des amandes, non seulement perdent avec une grande lenteur leur activité diastasique, mais exigent une concentration optimale de plus en plus grande en ions H.

2° Sciences naturelles. — M. A. **Lacroix** communique ses recherches sur les roches basiques non volcaniques de Madagascar. Il signale la fréquence de l'association, dans une même province pétrographique, de types alcalins et subalcalins dérivés du même magma.

Séance du 24 Août 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. B. **Baillaud** présente les observations de l'éclipse de Soleil du 21 août, faites aux Observatoires d'Alger et de Paris.

2° Sciences physiques. — MM. H. **Deslandres** et A. **Perot**, en employant l'eau pour le refroidissement de leur type d'électro-aimant, ont réalisé, pour la première fois, un champ magnétique intense (50.000 gauss), avec une bobine sans fer. Avec l'appoint du fer en très petite masse, ils ont dépassé de 16.000 gauss le champ le plus élevé obtenu avec les plus gros électros du type Weiss en fer. — M. **Bezssonoff** a retiré du *Fusarium orobanchus* une matière colorante formée de deux pigments : un anthocyanique, jaune, soluble dans l'eau et dans l'alcool à 90° ; l'autre rouge, qui est une carotine.

3° Sciences naturelles. — M. E. **Maurié** rappelle que l'osséine, matière organique des os riche en azote, possède de réelles qualités nutritives. Réduite en poudre grossière, comme du gros tapioca, elle peut être absorbée directement, sans autre apprêt, dans du potage, soupe ou bouillon quelconque. — M. J. **Danysz** a constaté qu'à l'arsénobenzol bromo-argentique on peut encore combiner une certaine quantité d'antimoine sous forme de trichlorure ($SbCl^3$). Cette introduction augmente l'action spécifique déjà considérable du premier produit dans les trypanosomiases, tout en diminuant son action caustique. — M. J. M. **Barbosa** a étudié les sphincters bronchiques du dauphin. Ils siègent dans l'épaisseur de la muqueuse bronchique immédiatement au-dessous de l'épithélium, entre deux anneaux cartilagineux consécutifs. La largeur de leur lumière varie de 47 à 280 μ. Ils sont parfaitement capables de fermer complètement les bronches.

Séance du 31 Août 1914.

1° Sciences mathématiques. — MM. G. **Bigourdan**, H. **Bourget**, D. **Saint-Blancat** et L. **Montangerand**, I. **Tarazona** et V. **Marti**, J. J. **Landerer** présentent leurs observations de l'éclipse partielle de Soleil du 21 août 1914, faites respectivement aux Observatoires de Paris, Marseille, Toulouse, Valence et Tortosa. — MM. Kr. **Birkeland** et **Skolem** ont calculé les lignes d'intensités égale dans la lumière zodiacale, en supposant que celle-ci provient de la lumière diffusée par

une nébuleuse d'électrons ou de matière radiante d'origine solaire. — M. E. **Vallier** analyse les expériences récentes du général Zaboudski sur la pression des gaz de la poudre et les vitesses du projectile dans des canons de 3 pouces. De ces expériences, l'auteur a déduit des séries de formules balistiques empiriques de forme monome.

2° Sciences physiques. — M. L. **Bouchet** a reconnu que, pour de très petites déformations, la valeur du coefficient de Poisson pour le caoutchouc est 0,5, ce qui signifie que le caoutchouc est incompressible.

Séance du 7 Septembre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. P. **Appell** : Sur une transformation de certaines fonctions déduites des fonctions Θ de degrés supérieurs. — M. **Fournier** donne une expression générale de la résistance qu'oppose un corps fuselé dans un fluide l'enveloppant entièrement aux impulsions d'un courant horizontal à filets parallèles à l'axe de figure du corps obstructeur. — M. G. **Bigourdan** communique ses observations de la comète 1913 *f* (Delavan) faites à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques. — M. P. **Gaubert** a constaté que des rhomboèdres de clivage de la dolomite, attaqués par l'acide azotique bouillant à divers degrés de concentration, montrent les facettes du scalénoèdre L^x (x variant de 11 à 4) formant des biseaux sur les arêtes b. L'angle $L^x\ b^x$ sur b_1 s'élève avec la vitesse d'attaque. La vitesse de destruction du cristal agit de la même manière que la vitesse d'accroissement.

3° Sciences naturelles. — M. L. **Mangin** a reconnu que certaines Diatomées de l'Antarctique : *Biddulphia polymorpha*, *Eucampia antarctica*, possèdent un polymorphisme remarquable, alors qu'elles paraissaient soustraites, par la rigidité de leurs cuirasses, aux influences extérieures. La structure de l'endochrome, par contre, demeure constante pour une espèce déterminée.

Séance du 14 Septembre 1914.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Kr. Birkeland** et **Skolem** donnent le calcul des lignes d'intensité égale dans la lumière zodiacale. — M. B. **Jekhowsky** communique ses observations de l'éclipse de Soleil du 21 août faites à l'Observatoire de Montsouris.

2° Sciences physiques. — M. J. **Loisel** montre que, par l'emploi des nomogrammes à points alignés, on peut traduire d'une façon très simple, graphiquement, la formule de Lambert donnant la direction moyenne du vent, dans le cas complexe où cette direction est évaluée suivant 16 rhombes au lieu de 8. — M. Ch. **Vaillant** propose de remplacer les plaques photographiques par le papier au gélatinobromure dans l'obtention des épreuves radiographiques. Le temps de pose étant plus long, il est nécessaire d'employer un écran renforçateur. On réalise ainsi une grande économie, toutes les fois qu'on n'a pas besoin d'une épreuve positive.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Lacroix** communique des recherches sur l'éruption récente (décembre 1913) du volcan d'Ambrym (Nouvelles-Hébrides). L'éruption paraît avoir consisté en explosions au cratère central, et en émissions de lave par des fentes radiales. Les laves actuelles sont des labradorites augitiques; l'ordre de cristallisation est analogue à celui des laves de composition voisine de l'Etna et de la Réunion.

Séance du 21 Septembre 1914.

M. le Président annonce le décès de M. Ch. **Pérez**, Correspondant pour la Section d'Anatomie.

1° Sciences mathématiques. — M. M. **Hamy** montre qu'il y a intérêt, au point de vue optique, dans un équatorial coudé, à éloigner le plus possible l'objectif du premier miroir rencontré par la lumière. On peut y arriver en modifiant le dispositif de Lœwy par l'introduction d'un miroir mobile. Le dispositif obtenu jouit de tous les avantages de l'équatorial coudé et n'a rien à craindre des variations de température. Son emploi sera particulièrement commode pour les applications spectroscopiques.

2° Sciences naturelles. — M. M. **Molliard** a étudié les modifications chimiques du péricarpe du Potiron pendant la fermentation propre à l'abri de l'air. L'utilisation des sucres est plus rapide à l'air qu'en présence d'oxygène. La transformation des matières protéiques en substances solubles est plus profonde pour les échantillons vivant à l'abri de l'air.

Séance du 28 Septembre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. D. **Pompeiu** : Un problème relatif aux ensembles abstraits. — M. J. **Boussinesq** donne l'évaluation approximative de la constante μ de filtration pour un milieu filtrant constitué par des grains sphériques d'un diamètre donné. — M. P. **Puiseux** présente les photographies de la comète 1913 Delavan, obtenues les 5 et 6 septembre à l'Observatoire de Paris. La chevelure, régulièrement sphérique, emplit un cercle de 5′ à 6′ de diamètre. — M. **Coggia** adresse ses observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Marseille. — MM. D. **Luizet** et J. **Guillaume** communiquent leurs observations de l'éclipse de Soleil du 21 août, faites à l'Observatoire de Lyon.

2° Sciences physiques. — M. Ch. **Tanret** a constaté que, pour tous les amidons, l'eau, à une même température, dissout des quantités fort différentes d'amylose. Si, pour un même amidon, on dresse la courbe de solubilité de son amylose aux diverses températures, celle-ci apparaît assez irrégulière et offre des paliers assez nets pour faire croire à un mélange d'amyloses homologues de solubilités différentes. C'est une nouvelle preuve de la pluralité des amyloses.

3° Sciences naturelles. — M. E. **Delorme** présente quelques considérations sur le traitement des blessures de guerre. Le caractère des batailles actuelles a forcé à modifier complètement la tactique du Service de santé. Beaucoup de blessés étant déjà infectés et suppurants au moment où ils sont pansés, il a fallu ramener résolument vers l'avant la chirurgie active pour procéder à la désinfection très rapide des blessures produites par les projectiles d'artillerie et à l'extraction des corps étrangers qu'ils laissent dans les plaies. Deux complications des plaies ont surtout été observées : la gangrène gazeuse et le tétanos. Contre la première, on ajoutera aux larges incisions et aux amputations les injections d'eau oxygénée; contre le second, on utilisera les injections préventives de sérum antitétanique, le lavage des plaies à l'eau oxygénée, les injections intra-rachidiennes de sulfate de magnésie. MM. A. **Laveran** et E. **Roux** appuient sur la nécessité d'employer de bonne heure le sérum antitétanique à titre préventif. M. L. **Landouzy** estime que l'emploi de doses massives du même sérum doit toujours être essayé à titre curatif.

Séance du 5 Octobre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. Ch. **Rabut** : Nouveaux invariants projectifs. — M. J. **Boussinesq** complète ses précédentes notes sur le coefficient de filtration des sables plus ou moins fins et calcule ce coefficient pour le sable hétérogène expérimenté par Darcy. — M. G. **Bigourdan** montre l'intérêt d'une observation très soignée du passage de Mercure devant le Soleil, le 7 novembre prochain, à cause de la rareté de ce phénomène et de son importance pour l'étude de la constitution physique de la planète et la théorie de son mouvement. — M. E. **Maubant** a calculé l'éphéméride de la comète 1913 *f* (Delavan). — M. P. **Helbronner** indique les résultats de sa douzième campagne de triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises.

2° Sciences naturelles. — M. L. **Landouzy** donne quelques renseignements sur l'installation de l'hôpital auxiliaire de l'Institut (n° 265) et sur les cas qui y ont

été traités. — M. **Rollet** s'est servi avec succès d'un électro-aimant géant pour la recherche des projectiles magnétiques (balles, éclats d'obus allemands); son emploi permet souvent un diagnostic par la douleur ressentie et le bombement des tissus. Il est possible d'enlever, au moins des membres, par de petites incisions, des balles ou éclats d'obus qui nécessiteraient une intervention chirurgicale véritable. — M. **A. Laveran** a infecté expérimentalement la souris par le *Leishmania tropica*, agent du bouton d'Orient. Les parasites ont pullulé dans les testicules, mais on n'en a retrouvé ni dans la rate, ni dans le foie, ni dans la moelle, ce qui distingue nettement cette infection de celles par les *L. infantum* et *Donovani*. — MM. **Aug. Chevalier** et **O. Rœhrich** ont reconnu en Afrique l'existence de quatre espèces spontanées d'*Oryza* distinctes des riz cultivés. Toutefois, l'une d'elles paraît être, sinon le type original, du moins une forme très rapprochée de quelques variétés cultivées exclusivement en Afrique occidentale.

Séance du 12 Octobre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **B. Jekhowsky** a déterminé la différence de longitude entre Paris et Nice par la t. s. f., suivant la méthode Claude, Ferrié et Driencourt. Le résultat obtenu est de 0 h. 19 m. 51 s., 204 ± 0,06 s.

2° Sciences physiques. — M. **André Blondel** indique le mode de construction d'un nouveau diagramme des alternateurs à pôles saillants.

3° Sciences naturelles. — MM. **H. Douvillé** et **Couyat-Barthoux** ont étudié le massif du Gebel Moghara, à l'est de l'isthme de Suez. Il est formé en grande partie par les grès du Sinaï (grès de Nubie), qui représentent le Trias et probablement aussi le Lias; mais on y trouve également des affleurements du Jurassique et du Crétacé. — M. **E.-F. Gautier** signale l'existence au nord du Chott Tigri d'un volcan d'âge apparemment pliocène, représenté par des coulées de lave (néphélinite) et des scories. — M. **St. Meunier** a observé, dans plusieurs fers météoriques du type caillite, des granules noirs correspondant, dans la structure (et par conséquent dans l'histoire) des météorites métalliques, aux chondres des météorites pierreuses.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Octobre 1914.

M. le Président annonce le décès de M. **Paul Reclus**, membre de l'Académie.

M. **Ch. Fiessinger** signale les inconvénients des cures d'amaigrissement chez certains cardiopathes. Si l'on dépasse une certaine limite, variable d'ailleurs avec les tempéraments, on voit survenir des accidents neurasthéniques, des rhumatismes, des sciatiques, des crises de goutte. Ces accidents disparaissent généralement à la suite d'une certaine reprise d'embonpoint. — M. **Em. Bourquelot** a étudié un anesthésique prétendu nouveau, dérivé de la morphine par action de la levure de bière sur celle-ci. Il présente une irrégularité de composition très grande et ne paraît contenir que de la morphine comme alcaloïde. Son emploi semble donc dangereux. — M. **L. Grimbert** arrive aux mêmes conclusions. — M. **Capitan** a constaté que, lorsqu'une balle de fusil allemand, très pointue, frappe perpendiculairement la cage thoracique, la traverse en vitesse et ressort sans léser de viscère ou de vaisseau important, la blessure présente très peu de gravité et guérit très vite. Il n'en est plus de même lorsqu'elle frappe obliquement et avec une vitesse ralentie; les lésions sont bien plus graves et guérissent beaucoup plus lentement. — M. **Paul Reynier** signale, au contraire, la gravité des perforations du poumon par balle de shrapnell ou par éclat d'obus. — M. **L. Revillet** a étudié les affections des mains chez les cueilleurs de roses de la Riviera. Elles proviennent des substances parasiticides employées pour débarrasser les rosiers de leurs nombreux parasites, ou de certains engrais animaux, ou surtout des piqûres d'épines. L'accident le plus fréquent est la tourniole, provenant d'une éruption confluente de phlyctènes; on observe aussi de la botryomycose.

Séance du 13 Octobre 1914.

M. **Tuffier** rapporte un certain nombre de faits dont il a été le témoin au cours de sa mission dans les différentes formations sanitaires de l'armée, depuis les lignes de feu des Vosges jusqu'aux groupements hospitaliers de l'extrême-arrière, en passant par les hôpitaux d'évacuation, les gares régulatrices et les services de deuxième ligne. — M. **L. Picqué** préconise la conservation des membres dans les plaies des parties molles et les fractures diaphysaires. Dans le cas de blessures non infectées, la guérison est rapide, avec un pansement occlusif, même si la balle est restée dans le membre; il est le plus souvent inutile de chercher à l'extraire. Dans le cas de blessures infectées, la recherche systématique des foyers d'infection a toujours permis d'éviter l'amputation chez les blessés.

Séance du 20 Octobre 1914.

M. **A. Pinard** indique dans quelles conditions hygiéniques est trait et recueilli le lait du troupeau de plus de deux mille vaches, rassemblé dans le camp retranché de Paris. Ce lait, pasteurisé à 85° et de toute première qualité, a été fourni par l'Intendance à quatre-vingt-cinq établissements hospitaliers, mairies et œuvres d'assistance diverses, où il a constitué une ressource précieuse. — M. **Marfan** signale l'augmentation, à Paris, de la mortalité des enfants du premier âge durant l'été écoulé, et l'attribue à l'ingestion de lait ayant subi une corruption excessive ou spéciale sous l'influence des grandes chaleurs. Les diarrhées estivales graves sont absolument exceptionnelles chez les enfants exclusivement nourris au sein. M. **Pinard** appuie ces conclusions. — M. **P. Delbet** présente un appareil à extension pour les fractures de l'humérus.

Séance du 27 Octobre 1914.

M. **Fernet** : Contre le froid aux mains et aux pieds (voir p. 733). — M. **Témoin** communique quelques observations sur la chirurgie de guerre dans les hôpitaux de l'arrière et sur le service d'évacuation des blessés. — M. le Dr **Rochard** : Des blessures par balles de ricochet (voir p. 769). — M. **A. Rémond**, en faisant dissoudre à froid du camphre (0,2 gr.) dans un sérum isotonique (100 cm³), a obtenu un liquide limpide qui se précipite au moment de la stérilisation et s'éclaircit par refroidissement. En injectant cette solution dans la veine du pli du coude, on détermine dans les infections pneumococciques, streptococciques et staphylococciques, une résolution extrêmement rapide des phénomènes généraux. Ce sérum fait également disparaître la fièvre hectique chez les tuberculeux cavitaires gravement atteints, sans accidents. — M. **G. d'Hotel** préconise, dans le tétanos, l'injection intrarachidienne de sérum antitétanique faite, le malade étant placé en déclivité bulbaire, ce qui a pour but de baigner dans le sérum antitétanique le bulbe qui paraît être le centre d'irritation des toxines de Nicolaïer.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Juillet 1914.

M. **M. Arthus**, en injectant de semaine en semaine, durant quatre mois, du sérum de cheval à des chiens, a observé que l'anaphylaxie augmente de la première jusqu'après la cinquième injection, pour diminuer ou disparaître après la dix-huitième injection; à l'anaphylaxie a succédé l'immunité ou l'antianaphylaxie sérique. — MM. **P. Mulon** et **R. Porak** présentent de nouvelles observations prouvant le passage de la cholestérine du cortex surrénal dans le sang. — MM. **Favre** et **Santy** montrent que le granulome malin est susceptible, au

cours de son évolution, de présenter des lésions histologiques très dissemblables, affectant successivement le type des lésions inflammatoires, puis les caractères des tumeurs malignes ganglionnaires. — MM. **M. Villaret** et **R. Pierret** ont reconnu que, sans être aussi sensible que la réaction de Wassermann, la méthode de Landau mérite d'être prise en considération pour le diagnostic de la syphilis, en raison surtout de la simplicité de sa technique. — M. **Et. Rabaud** a observé, chez une lignée de souris, une anomalie héréditaire des membres postérieurs, portant sur le segment tibio-péronier. — M. **E. Javelly** estime qu'il n'y a pas identité entre les corps bactéroïdes de la blatte et les germes cultivés par Mercier; d'ailleurs, ils ne sont pas mobiles et ne forment pas de spores. — MM. **W. Kopaczewski** et **S. Mutermilch** ont constaté que la toxicité du sérum de cobaye soumis à l'action de la gélose ou des microbes s'accompagne d'une augmentation de la tension superficielle qui peut atteindre 2 dynes environ. — MM. **C. Levaditi** et **F. Gabreck** montrent que des éléments cellulaires, en particulier les cellules conjonctives, teints vitalement au bleu de méthylène ou au rouge neutre, peuvent se multiplier pendant plusieurs générations tout en restant colorés, cela tant qu'il y a une réserve de matière colorante dans le tissu. — MM. **A. Rochaix** et **P. Durand**, en inoculant, par piqûre directe dans le poumon, les toxines totales, intra- et extra-protoplasmiques, du pneumobacille de Friedländer, ont obtenu, d'une façon presque constante, des lésions pulmonaires non lobaires. L'inoculation intratrachéale des mêmes toxines chez le lapin produit des lésions broncho-pulmonaires. — M. **J. Nageotte** précise ses observations sur la peau des têtards d'Anoures. — MM. **L. Massol** et **V. Grysez** ont constaté que le sérum antidiphtérique donne la déviation du complément en présence de bacilles tuberculeux ou paratuberculeux; inversement, les sérums à anticorps tuberculeux fournissent la même déviation en présence de bacilles diphtériques. Dans les deux infections, il se forme donc dans le sang des anticorps susceptibles d'être décelés par les mêmes antigènes. — MM. **Ed. Chatton** et **G. Blanc** signalent l'existence de corps leishmanniformes dans les hématoblastes d'un Gecko barbaresque. — M. **L.-G. Seurat** a trouvé, dans le tube digestif d'un varan, un Physaloptère tétrahystérien qu'il rapporte au *Ph. Paradoxa*, et qu'il compare au *Ph. abbreviata*. — MM. **M. Loeper** et **J. Tonnet** ont observé, dans l'urine, un ferment protéolytique agissant sur les peptones pour les transformer en acides aminés et se rapprochant de l'érepsine intestinale. — MM. **P. Mauriac** et **P. Le Hur** ont déterminé les variations des hydrates de carbone du sang total au cours de diverses infections. — MM. **R. Porak** et **H. Chabanier** ont reconnu qu'après surrénalectomie bilatérale, l'azotémie s'établit et progresse rapidement; en même temps, l'élimination de l'eau diminue. — M. **L. S. Ashcroft** a étudié l'action toxique de la sclérotoxine (extrait de sclérostomes de cheval). Les résultats montrent que l'extrait contient, à côté d'autres substances, une petite quantité de sérum de cheval. Le sclérostome se nourrit donc non seulement de globules rouges, mais aussi de sérum de cheval. — MM. **M. Romanovitch** et **A. Slavine** ont étudié l'évolution du *Dictycaulus filaria*; l'infestation du mouton par ce parasite se fait directement sans hôte intermédiaire.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 7 Juillet 1914.

MM. **Bonnefon** et **H. Fromaget** montrent que le tissu de la sclérotique ne fait pas exception aux lois de la cicatrisation; comme au niveau de la cornée et par un mécanisme analogue, les pertes de substance s'oblitèrent rapidement. — M. **P. Balard** a reconnu que la pituitrine et l'hypophysine à faibles doses ne modifient pas sensiblement le pouls et la tension artérielle. — M. **A. Porte** a déterminé la teneur du sang en phosphates. Le sang total renferme 4 gr. 30 par litre, le sérum 0 gr. 12, les globules rouges humides 2 gr. 55, les globules blancs 3 gr. 5.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 11 Juillet 1914.

M. **A. Rohmer** a étudié la spécificité de l'autosérum, dans quelques affections oculaires, par la méthode de déviation du complément. Il a constaté que les ulcérations de la cornée sont capables de faire produire des anticorps à l'organisme. — M. **Ch. Fairise** a observé, chez des porcs, des lésions abdominales curieuses, consistant en petites vésicules transparentes, éclatant entre les doigts en laissant dégager un gaz inflammable, inodore. Elles sont probablement dues à des bactéries gazéifiantes. — MM. **M. Lucien** et **J. Parisot** signalent deux genres de lésions rares dans l'hypophyse du vieillard : concrétions calcaires et formations osseuses. Les mêmes auteurs ont constaté l'absence de l'hypophyse et des surrénales chez deux fœtus monstrueux. — MM. **Morlot** et **Zuber** ont obtenu de bons résultats dans le traitement d'un cas de filariose par le néosalvarsan. — MM. **P. Pelissier** et **G. Chardet** ont appliqué la diazo-réaction d'Ehrlich à l'identification des tyrosamines. Le meilleur mode de caractérisation des diazoïques obtenus est l'examen des formes cristallines au microscope.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 28 Mai 1914.

1° Sciences physiques. — M. **E. E. Fournier d'Albe** décrit la construction d'un instrument nommé *optophone*, capable de transformer l'action lumineuse en son et de rendre ainsi la lumière reconnaissable par le moyen de l'oreille. Cet instrument doit permettre aux personnes totalement aveugles de reconnaître et de lire les lettres imprimées ordinaires au moyen de l'oreille. Il consiste essentiellement en un disque perforé tournant rapidement, comme un disque de sirène avec plusieurs cercles de trous concentriques. Une lampe Nernst est placée derrière le disque avec son filament tendu radialement à travers les cercles. La lumière, brillant à travers les trous, donne des éclats se succédant régulièrement qui, pour une fréquence appropriée, peuvent être décelés au moyen de sélénium et d'un téléphone. Une image de cette ligne de points lumineux intermittents est projetée sur la lettre à lire, et la lumière réfléchie d'une façon diffuse est reçue sur un pont à sélénium. Comme chaque point a une note caractéristique, le son entendu dans le téléphone varie avec chaque changement du pouvoir réfléchissant de la surface examinée. En faisant mouvoir l'impression typographique dans la direction des lignes de lettres, le son change rapidement avec la forme des lettres, et avec quelque pratique on peut « lire » par l'oreille. Des lettres de 5 millimètres de hauteur peuvent être lues au moyen d'un récepteur téléphonique ordinaire à haute résistance, les lettres des journaux ordinaires avec un relai téléphonique Brown très sensible. — M. **L. H. Walter** : *Application de la luminosité produite électrolytiquement (télectroscopie)*. L'auteur a étudié les conditions dans lesquelles il est possible d'employer pratiquement la luminosité des anodes d'alliages d'aluminium faisant partie d'un dispositif de pile à soupape. L'alliage connu sous le nom de « duralumine » donne les meilleurs résultats; en employant du tungstate de Na comme électrolyte, la corrosion est pratiquement éliminée quand on emploie l'alliage comme anode. L'auteur a construit un appareil à anode multiple, comprenant un grand nombre d'unités égales très ramassées, chacune capable d'être rendue lumineuse dans un ordre donné et à la vitesse de plusieurs centaines de fois par seconde. Cet appareil peut être employé comme récepteur en phototélégraphie pour la reproduction des

dessins, etc., surtout quand ceux-ci sont reçus sous forme d'impulsions lumineuses. — M. P. G. **Nutting** : *L'aberration chromatique axiale de l'œil humain.* L'auteur a examiné les yeux de sept sujets au point de vue de la correction chromatique pour un certain nombre de longueurs d'onde. Dans la partie la plus lumineuse du spectre, de λ 520 à 660, tous les yeux présentent une moindre variation de longueur focale axiale qu'un œil équivalent constitué par de l'eau pure. Dans quelques yeux, la correction dans la région centrale peut être comparée favorablement avec celle d'un bon objectif photographique ou télescopique. — M. W. **Watson** : *La vision colorée trichromatique anormale.* Les résultats des mesures sur une quarantaine de sujets montrent que les trichromatiques anormaux se divisent en deux classes bien distinctes. L'une correspond à une forme de réduction de la vision colorée trichromatique ordinaire et est caractérisée par un manque de définition quand on fait certaines comparaisons. L'autre correspond à ce type anormal de vision trichromatique, où l'une des courbes de sensation occupe une position déplacée dans le spectre. — MM. E. H. **Armstrong** et E. H. **Rodd** : *Études morphologiques sur les dérivés benzéniques.* VII. *Corrélations des formes des cristaux avec leur structure moléculaire et leur orientation dans un champ magnétique dans le cas des sulfonates hydratés des métaux bivalents.* Les auteurs ont préparé et mesuré les sels de Fe, Co et Ni des acides benzènesulfonique, toluène-*p*-sulfonique, *p*-chloro-bromo-et iodobenzènesulfoniques et *p*-dichloro-benzènesulfoniques, qui forment de beaux cristaux avec 6 mol. d'eau de cristallisation. Les sels de Fe et de Co sont très sensibles à l'influence magnétique, tandis que les sels de Ni sont peu affectés par le champ magnétique ; les sels de Fe et de Co prennent généralement une orientation opposée. — MM. H. E. **Armstrong** et E. E. **Walker** : *Étude des processus opérant en solutions.* XXIX : *La perturbation de l'équilibre en solutions par des agents interférents « forts » ou « faibles ».* Les auteurs ont étudié l'effet d'un grand nombre de substances sur le pouvoir rotatoire optique d'une solution aqueuse de fructose. Les corps dissous « forts », comme les sucres et les sels métalliques, augmentent le pouvoir rotatoire négatif du fructose, tandis que les « faibles », comme les alcools, les cétones et les éthers, le diminuent. L'effet observé de la substance ajoutée (agent interférent) est regardé comme la somme algébrique de deux facteurs opposés : 1° un effet diluant causant la dissociation des hydrates et autres complexes en solution ; 2° une influence opposée dépendant des pouvoirs attractifs chimiques réciproques des molécules du solvant et des agents interférants, provoquant l'association. La valeur calculée de cette seconde influence est à peu près proportionnelle au nombre d'atomes d'oxygène dans la molécule. — M. H. J. H. **Fenton** : *Le peroxyde de diméthylènediol.* L'aldéhyde formique et l'eau oxygénée se combinent directement par concentration dans le vide d'un mélange de leurs solutions, en formant un composé cristallin défini, très stable, ayant la composition $2HCHO.H^2O^2$. Les cristaux explosent par chauffage à 70° ; ils prennent feu au contact de Fe réduit ou du noir de Pt ; ils se décomposent lentement à la lumière solaire. Les réactions générales de la substance montrent qu'elle ne contient pas H^2O^2 de cristallisation, mais que c'est plutôt un composé atomique au sens ordinaire.

Séance du 11 Juin 1914.

1° Sciences physiques. — MM. H. B. **Dixon**, C. **Campbell** et W. E. **Slater** ont étudié par la photographie la propagation des explosions gazeuses dans un champ magnétique. Comme le champ magnétique puissant qu'ils employaient n'a produit aucun effet visible avec les divers mélanges gazeux employés, et comme le mécanisme d'une onde de compression (libérant l'énergie chimique au fur et à mesure qu'elle progresse) rend compte d'une façon raisonnable du phénomène des explosions gazeuses, les auteurs ne voient aucune preuve convaincante que la vitesse de l'onde explosive soit due à l'action ionisante d'électrons.

2° Sciences naturelles. — MM. E. T. **Halnan** et F. H. A. **Marshall** : *Sur les relations entre le thymus et les organes de la génération et l'influence de ces organes sur la croissance.* Les auteurs déduisent de leurs expériences les conclusions suivantes : 1° L'enlèvement du thymus chez les jeunes cobayes n'affecte pas la croissance de ces animaux ; 2° L'enlèvement des testicules et des épididymes chez les jeunes cobayes n'affecte pas la croissance des animaux avant la maturité sexuelle ; 3° L'enlèvement simultané des testicules et du thymus n'affecte pas non plus la croissance avant la maturité sexuelle ; 4° La thymectomie n'est pas suivie de l'hypertrophie des testicules ; 5° La castration produit une atrophie, puis une hypertrophie subséquente du thymus, comme d'autres savants l'ont déjà signalé ; 6° Il n'existe pas de preuves d'un mécanisme compensateur entre les testicules et le thymus. — M. H. E. **Roaf** : *L'hypothèse de la tension de vapeur pour la contraction du muscle strié.* L'auteur arrive par ses recherches aux conclusions suivantes : 1° La contraction du muscle strié peut s'expliquer par l'hypothèse que de l'acide lactique est mis en liberté, et qu'il se combine avec une protéine pour former un sel, avec une élévation correspondante de pression osmotique ; 2° Le muscle peut se raccourcir par des processus osmotiques jusqu'à ce que sa longueur devienne de 37 à 3 °/₀ de sa longueur originale ; 3° Les processus osmotiques peuvent se manifester dans le muscle sartorius de la grenouille en moins de 0,04 seconde ; 4° Pour déterminer si tous les cas peuvent être expliqués par cette hypothèse, il est nécessaire de procéder à des mesures sur toutes les structures musculaires. Le muscle des insectes, entre autres, fournira une épreuve en ce qui regarde la rapidité de la contraction ; 5° La quantité d'acide lactique formée pendant la contraction musculaire peut provoquer une élévation de pression osmotique suffisante pour rendre compte de la force exercée par la contraction ; 6° Les changements électriques du muscle peuvent s'expliquer par la formation d'un sel protéique de l'acide lactique. — M. A. N. **Drury** : *La valeur de l'essai microchimique de la localisation de l'oxygène dans les tissus.* Les expériences de l'auteur prouvent que les résultats obtenus par Unna avec le blanc de rongalite ne justifient pas son assertion que c'est un colorant spécifique pour la localisation de l'oxygène dans les tissus ; sa théorie de la coloration par oxydation et réduction n'est donc pas prouvée. D'autres expériences ont été faites pour montrer l'effet des gaz condensés sur une surface sur la profondeur de la coloration. L'altération d'une surface par un traitement préliminaire avec divers réactifs chimiques a également une action marquée sur la condensation subséquente du bleu de méthylène. — M. A. **Holt** : *Les matières colorantes de l'ascidie composée Diazona violacea Savigny.* Cette ascidie renferme à l'état vivant un pigment jaune-vert analogue à la chlorophylle, qui paraît se trouver à l'état réduit dans les cellules pigmentaires et s'y maintient dans cet état tant que l'animal est en bonne santé. Si l'animal devient malade ou s'il meurt, les processus métaboliques se modifient ; une oxydation se produit et le pigment devient d'un beau violet ; ce résultat provient de l'action d'une oxydase, car il est empêché dans les spécimens conservés dans l'aldéhyde formique. — Sir D. **Bruce**, MM. A. E. **Hamerton** et D. P. **Watson** : *Maladies trypanosomiques des animaux domestiques au Nyassaland.* Trypanosoma capræ. III. *Développement chez la Glossina morsitans.* 1° Le *Tr. capræ* est capable de passer par un cycle de développement chez la *Gl. morsitans*, les mouches devenant infectantes 19 jours environ après s'être nourries sur l'animal infecté. 2° Le *Tr. capræ* appartient au

même groupe que la *Tr. vivax* et *uniforme*, son développement n'ayant lieu que dans le proboscis. 3° Le stade final du développement a lieu dans l'hypopharynx, où les trypanosomes se transforment dans la « forme sanguine » originale et deviennent infectants. — *Les trypanosomes trouvés dans la* Glossina morsitans *sauvage et le gibier sauvage dans l'aire à mouches de la vallée supérieure du Chiré.* Ces trypanosomes sont identiques à ceux trouvés à 100 milles plus au nord dans la région réservée. Le trypanosome causant la maladie du sommeil au Nyassaland — *Tr. brucei* vel. *rhodesiense* — s'y rencontre aussi fréquemment, de sorte qu'il est probable que des cas de cette forme de maladie du sommeil seront constatés parmi les indigènes de ce district. — *La nourriture de la* Glossina morsitans. Elle consiste presque totalement en sang de mammifère (99 °/₀), principalement des espèces d'antilope, et probablement un peu de sang d'oiseau (1 °/₀). Il n'y a aucune différence entre les mœurs alimentaires des mâles et des femelles. Probablement la mouche ne se nourrit qu'une fois chaque 5 ou 6 jours. — *L'infectivité de la* Glossina morsitans *au Nyassaland en* 1912 et 1913. En 1912, 6,53 °/₀ des *morsitans* trouvées dans la région réservée ou région de la maladie du sommeil au Nyassaland étaient infectées par des trypanosomes pathogènes; en 1913, 8,58 °/₀. — **M. W. B. Bottomley** : *Quelques facteurs accessoires dans la croissance des plantes et leur nutrition.* L'auteur montre que, pendant la germination des graines du blé, il se forme certaines substances qui permettent au jeune embryon d'utiliser les réserves alimentaires présentes. La production de ces substances par la graine durant la germination étant insuffisante pour permettre à l'embryon de se transformer en plantule indépendante, une autre source d'énergie est nécessaire. L'auteur montre que ces substances alimentaires accessoires se produisent quand la matière végétale en décomposition est soumise à l'action de certaines bactéries du sol, autrement dit au cours de la formation de l'humus. L'action spécifique de ces substances accessoires est encore inconnue. Elles peuvent agir sur le métabolisme du phosphore, ou comme agents catalytiques, ou former un constituant défini de la nouriture de la plante. Des expériences se poursuivent sur ces questions.

Séance du 25 Juin 1914.

1° Sciences physiques. — **M. F. H. Newman** : *L'absorption des gaz dans les tubes à décharge.* L'alliage Na-K non seulement absorbe Az et H quand il est employé comme cathode, mais encore lorsqu'il forme l'anode dans un tube à décharge, quoique l'absorption par rapport à la quantité d'électricité qui traverse soit plus grande dans le premier cas que dans le second. Le mercure absorbe l'oxygène d'une façon analogue. Dans tous les cas, l'absorption par rapport à la quantité d'électricité augmente lorsque la pression diminue. Les gaz se changent probablement en modifications actives sous l'influence de la décharge électrique. L'absorption plus grande, quand les métaux sont utilisés comme cathodes, est due probablement à la combinaison des rayons positifs avec le métal.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Juin 1914.

M. J. A. Fleming : *La réfraction atmosphérique et son influence sur la transmission des ondulations électromagnétiques autour de la surface terrestre.* L'auteur étudie les conditions dans lesquelles la réfraction atmosphérique pure serait suffisante pour diriger autour de la Terre, parallèlement à sa surface, un rayon de lumière ou de radiation électromagnétique envoyé horizontalement en un point. On admet généralement que la diffraction pure ne suffit pas à rendre compte de tous les phénomènes de t. s. f. à longue distance, mais qu'il faut faire intervenir une action de l'atmosphère qui tend à courber la radiation autour de la Terre. On a mis en avant la théorie de la réfraction ionique, qui suppose que dans l'air ionisé la vitesse des ondes électriques longues augmente; on sait d'ailleurs que la densité de l'atmosphère diminue quand on s'élève, et qu'il se produit une diminution d'indice de réfraction et une augmentation de vitesse. L'auteur déduit des formules exprimant la variation de densité avec la hauteur. A 100 kilomètres de hauteur, l'atmosphère terrestre doit consister surtout en H et He. Il donne l'expression du rayon de courbure, en un point quelconque, d'un rayon de lumière envoyé horizontalement à la surface de la Terre; ce rayon au point de départ est donné par la formule $\rho = \mu_0/(98\,Aq_0^2)$, où μ_0 et q_0 sont l'indice de réfraction et la densité à la surface de la Terre et A la constante de Gladstone et Dale pour les gaz qui forment l'atmosphère. Pour l'air, ρ a quatre fois la valeur du rayon terrestre, pour H 136 fois; pour le krypton, ρ est égal au rayon terrestre. Dans une atmosphère terrestre composée entièrement de krypton, un rayon envoyé horizontalement serait réfracté autour de la Terre, et la t. s. f. serait possible jusqu'aux antipodes. — **M. G. Dobson** a déterminé l'exactitude des résultats obtenus avec l'appareil de Wilson pour la mesure de la conductibilité électrique de l'air et du courant électrique passant de l'air à la terre. Il suffit d'appliquer une légère correction aux résultats de l'appareil type quand on l'emploie dans les conditions ordinaires. L'appareil d'Ebert paraît donner des résultats très inexacts. — **M. T. Barratt** expose une nouvelle méthode du type « température stationnaire » pour mesurer la conductivité thermique de quelques métaux rares (Ta, Mo, Rh, Ir, Tu) à la température ordinaire et à 100°. Si une tige de métal a une longueur l, un périmètre p et une section transversale q, sa conductibilité thermique k est donnée par la formule $k = (H^2/pqhV^2)\cot^2 al$, où H est la chaleur donnée par seconde à une extrémité du barreau, V l'excès de température de cette extrémité sur celle de l'enceinte, h la chaleur perdue par seconde par 1 centimètre carré de surface quand son excès de température sur le milieu environnant est de 1° C., et $a = \sqrt{hp/qk}$. Si l est grand, l'équation se réduit à la forme simple : $k = \sqrt{H^2/pqhV^2}$. — **M. F. Mercer** a étudié l'arc cuivre-carbone employé comme générateur d'oscillations de haute fréquence. L'électrode de cuivre était refroidie à l'eau et l'ensemble enfermé dans un cylindre de fonte rempli d'hydrogène sous pression. Les expériences ont été faites pour déterminer l'effet de la variation de la longueur de l'arc, et aussi du courant d'arc (en changeant les résistances en série avec l'arc), sur la grandeur et la fréquence du courant shunt; on trouve que l'effet sur la fréquence provient du changement de la résistance de l'arc. On a étudié également l'effet de l'altération du rapport de l'inductance à la capacité sur le courant shunt. Pour une capacité donnée, il y a une certaine valeur de l'inductance qui donne un courant maximum dans le circuit shunt. L'effet de la pression de l'hydrogène n'est appréciable qu'à partir de différences de potentiel de 2.000 volts.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

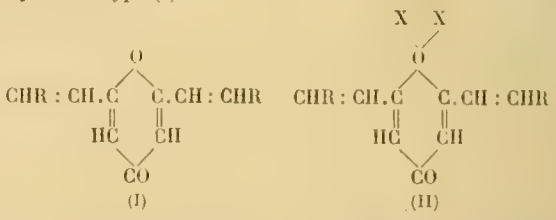
Séance du 18 Juin 1914.

M. A. C. Chapman a déterminé les constituants azotés du houblon. Ils sont constitués par des protéines solubles, des albumoses, des sels d'ammonium, des composés aminés, des amides, des bases précipitables par l'acide phospho-tungstique et des substances azotées non précipitables par ce réactif. Le °/₀ total d'Az varie de 1,7 à 4 °/₀, celui de l'Az soluble de 0,44 à 0,9 °/₀. Parmi les composés définis, on a isolé : *l*-asparagine, acide aspartique, bétaïne, choline, histidine, hypoxanthine et adénine. — **M. O. L. Brady** déduit de l'étude des spectres d'absorption que la formule R.CH : Az(CH³) : O

pour les éthers Az-méthyliques des aldoximes s'accorde mieux avec les faits que la structure iso-oximique généralement adoptée. — MM. **B. Lambert** et **H.-E. Cullis** ont constaté que le plomb distillé très pur se corrode très rapidement, si on le met en contact avec de l'eau et de l'oxygène au bout de quelques jours. Par contre, si on le laisse en présence d'eau pure dans le vide pendant une année, puis qu'on fasse arriver de l'oxygène, la corrosion est très faible. — MM. **M. O. Forster** et **E. Kunz** ont préparé deux hydrazoximes isomères de structure de la camphoquinone, F. 130° et F. 142°. — MM. **D. R. Boyd** et **E. R. Marle** ont déterminé les vitesses avec lesquelles les oxydes d'éthylène et de propylène se combinent avec les dérivés sodés des phénols. La réactivité est augmentée par la présence de groupes positifs, diminuée par la présence de groupes négatifs. En général, la réactivité diminue quand l'acidité du phénol augmente. — MM. **A. G. Perkin** et **J. Shulman** ont fait l'analyse des fleurs de quelques plantes des Indes, supposées contenir des matières colorantes à l'état de glucosides, ce qui ne s'est pas vérifié. — MM. **T. M. Lowry** et **V. Steele**, en employant la méthode de Kipping, ont transformé l'α-chlorocamphre en α'-chlorocamphre stéréoisomère, F. 117°. — MM. **W. J. Jones** et **J. R. Partington** donnent une équation :

$$\mu' - 1 = (\mu - 1)\left[1 + \frac{9}{128}\pi\tau(1 - 6\tau^2\right],$$

qui permet de corriger les réfractivités observées des gaz à $P_0 = 760$ millimètres et $T_0 = 273°,09$ des déviations des gaz de l'état idéal; μ et μ' sont les indices de réfraction observé et idéal, $\pi = P_0/P_c$ et $\tau = T_c/T_0$ (P_c et T_c étant les constantes critiques). — MM. **M. Jones** et **A. Lapworth** montrent que les températures auxquelles des mélanges homogènes d'α-bromonaphtalène et d'alcool humide se séparent en deux phases, peuvent être déterminées avec une facilité exceptionnelle; comme ces températures sont très sensibles aux altérations dans la proportion d'eau présente, l'α-bromonaphtalène peut être employé à déterminer la composition de l'alcool aqueux dans l'intervalle de 1,45 à 10, 3°/₀ de H^2O. — MM. **J. T. Hewitt**, **F. G. Pope** et **Mlle G. R. Mann** ont préparé un certain nombre d'azophénols en diazotant la *p*-aminoacétophénone et la *p*-aminobenzophénone, et en copulant les diazoïques avec le phénol, le *p*-crésol et les naphtols. Les solutions alcooliques de ces composés présentent un changement de coloration marqué par addition d'alcali. — M. **A. Senier** et **Mlle R. Clarke** ont préparé un certain nombre d'*o*-nitrobenzylidène-arylamines; toutes sont thermotropiques et plusieurs présentent de la phototropie. Une exposition prolongée à la lumière conduit, par contre, à un changement de couleur non réversible et dans plusieurs cas à une variation du point de fusion. Ce changement est attribué au dimorphisme. — M. **G. G. Henderson** et **Mlle M. M. J. Sutherland** ont converti les 4 acides isomères $C^9H^{15}.CO^2H$, obtenus par oxydation du camphène et du bornylène, en leurs éthers méthyliques, liquides incolores visqueux. Ceux-ci, traités par Na et l'alcool, fournissent le même alcool, le camphénilanol, $C^9H^{15}.CH^2OH$, F. 77°. — M. **W. P. Wynne** a préparé le 2 : 3-dibromonaphtalène aux dépens de l'acide 3-amino-β-naphtoïque; il cristallise en tables rectangulaires argentées, F. 140°. — MM. **H. Bassett jun.** et **H. S. Taylor** ont étudié les conditions d'équilibre du système nitrate de calcium-chaux-eau à 25° et à 100°. Les composés capables d'exister en équilibre avec la solution à 25° sont : $Ca(OH)^2$, $Ca^2Az^2O^7.3H^2O$ et $Ca(AzO^3)^2.4H^2O$, et à 100° : $Ca(OH)^2$, $Ca^2Az^2O^7.2H^2O$, $Ca^2Az^2O^7.0,5H^2O$ et $Ca(AzO^3)^2$. — MM. **A. A. Boon**, **K. J. Mc Kenzie** et **J. Trotter**, en faisant réagir les aldéhydes furfurique, benzoïque et anisique sur la diméthylpyrone en présence de Na OH alcoolique, ont obtenu : la bisfurylidènediméthylpyrone, F. 200°; la bisbenzylidènediméthylpyrone, F. 168°; la bisanisylidènediméthylpyrone, F. 199°. Toutes ces bases, jaunes, donnent avec les acides des sels fortement colorés, jaunes à rouges, hydrolysés par ébullition avec de l'eau. — MM. **A. A. Boon**, **F. J. Wilson** et **I.-M. Heilbron** déduisent de l'examen des spectres d'absorption des arylidènediméthylpyrones ci-dessus que ces corps possèdent des formules symétriques du type (I).



Leurs sels ont des formules symétriques du type (II), où X est le radical acidique. — MM. **F. B. Power** et **H. Browning jun.** ont isolé des fleurs de l'*Anthemis nobilis* : de l'acide 3 : 4-dihydroxycinnamique, de l'apigénine, un glucoside de l'apigénine, $C^{21}H^{20}O^{10}.H^2O$, de la choline, de l'*i*-inositol, du triacontane, du taraxastérol, une phytostéroline, F. 280°-283°, un mélange d'acides gras et de grandes quantités de sucre. — MM. **F. Tutin** et **H. W. B. Clewer** ont retiré des branches florales de *Clematis vitalba* : de la chlorophylle, de la résine, de l'acide 3 : 4-dihydroxycinnamique, de la caulosapogénine, un glucoside de cette dernière $C^{54}H^{86}O^{16}$, du dextrose, les alcools myricylique et cérylique, de l'hentriacontane, un phytostérol et une phytostéroline, des acides gras saturés et non saturés. — MM. **F. W. Gray** et **W. M. Birse** ont fait l'étude magnétique d'un certain nombre de solutions. Les solutions aqueuses de ferricyanure de K obéissent à la loi d'additivité sur toute la série des concentrations. — MM. **J. E. Coates** et **A. Finney** ont déterminé la vitesse de combinaison de AzO et Cl gazeux, qui est mesurable à la température ordinaire. La réaction est du 3e ordre. — M. **A. G. Perkin** a extrait du carajura, pigment préparé par les Indiens de l'Amérique Centrale avec le *Bigonia chica*, de la carajurine, $C^{18}H^{10}O^5$, aiguilles rubis, F. 204°-206°, soluble en rouge dans les alcalis dilués bouillants, et donnant avec les acides des sels d'oxonium. Il convertit la carajurine, par perte de deux CH^3, en carajurétine, $C^{16}H^{12}O^5$, aiguilles écarlates, F > 330°. On trouve également dans le carajura de la carajurone, poudre écarlate douée de fortes propriétés tinctoriales. — MM. **Ch. G. Hutchison** et **S. Smiles** ont étudié l'action de l'acide nitrique sur les sulfures de β-naphtol. — MM. **B. Ghose** et **S. Smiles** ont préparé l'iodure de dinaphtathioxonium par action de l'iodure d'acétyle sur la naphtasulfonium-quinone. — MM. **J. Oesch** et **A. G. Perkin** ont préparé l'éther α-méthylique de l'alizarine par action d'une solution éthérée de diazométhane sur une solution nitrobenzénique de monoacétylalizarine, puis enlèvement du groupe acétyle. On l'obtient en aiguilles fondant à 117°-118°.

Le Gérant: A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

25e ANNÉE N° 21-22 15-30 NOVEMBRE 1914

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : LOUIS OLIVIER

DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS, Docteur ès Sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. J.-P. LANGLOIS, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique du Globe.

Sur l'observation de la température du sol. — A l'une des dernières séances de la Société météorologique, M. Besson a fait une intéressante communication au sujet de la mesure de la température du sol. Pour observer la température dans le sol, on se sert ordinairement de thermomètres dont le réservoir est enterré à la profondeur voulue et dont la tige est assez longue pour que la partie graduée soit visible. A partir d'une certaine profondeur, inférieure à 1 mètre, il est nécessaire, comme le savent les météorologistes, d'adjoindre au thermomètre une tige thermométrique pareille à la sienne qui indique la correction à effectuer, en raison de ce fait que la colonne de mercure n'est pas à la température du réservoir.

L'inconvénient de ce procédé est que les thermomètres se brisent très facilement, surtout lorsqu'on est obligé de les retirer pour les vérifier. Aussi, a-t-on préféré, tout au moins pour les profondeurs supérieures à $0^m,25$, employer un thermomètre de longueur normale, fixé au bout d'une tige que l'on enfonce dans un tube placé à demeure dans le sol : le réservoir du thermomètre n'est pas directement en contact avec la terre. On l'enferme dans un petit vase contenant une matière mauvaise conductrice, de manière que l'on ait le temps de sortir l'instrument du tube et de le lire avant que son indication ait pu changer. On a recommandé souvent l'emploi de tubes de terre vernissée pour la raison que cette matière a une conductibilité thermique très voisine de celle du sol.

M. Besson a estimé préférable de constituer ces gaines avec une matière aussi peu conductrice que possible : l'ébonite, que l'on trouve dans le commerce sous forme de tubes de calibres variés et de longueur assez grande, lui a paru convenir parfaitement à cet objet.

Trois montures destinées à permettre la mesure de la température du sol à des profondeurs de $0^m,30$, $0^m,60$ et 1 mètre ont été construites sur les indications de M. Besson par la maison Tonnelot et sont installées à l'Observatoire de Montsouris. Les tubes d'ébonite, de 5 millimètres d'épaisseur et de 30 millimètres de diamètre intérieur, ont un fond constitué par une plaque de fer de 1 millimètre d'épaisseur, que l'on place exactement à la profondeur où l'on veut prendre la température. Le réservoir du thermomètre, de forme sphérique, est enfermé dans un petit vase de forme cylindrique, d'un diamètre un peu inférieur à celui de la gaine d'ébonite : on fait le plein dans ce vase avec du minium en poudre. Lorsque la tige que porte le thermomètre est aussi enfoncée que possible dans le tube, c'est-à-dire lorsque la poignée qui la termine en haut repose sur l'extrémité supérieure du tube, le vase contenant le réservoir du thermomètre ne touche pas le fond du tube, dont il reste écarté d'environ 2 millimètres : mais une communication thermique parfaite est assurée entre eux par l'intermédiaire d'un peu de mercure où baigne presque entièrement le petit vase : de cette manière, le thermomètre prend exactement la température du fond et ne subit aucun choc. Ajoutons enfin que l'extrémité supérieure de la monture (au-dessus du sol) est recouverte d'un chapeau conique mobile en zinc, de 15 centimètres de diamètre à la base, destiné à la protéger de la pluie et surtout à empêcher l'eau pluviale de suinter dans le sol en suivant la paroi externe du tube. Ces nouveaux modèles de thermomètres ont été mis à l'essai à Montsouris et semblent devoir donner de bons résultats. **Henri Perrotin.**

§ 2. — Physique.

Théories corpusculaires de la lumière. — Pour expliquer la structure du rayonnement, il semble nécessaire de faire intervenir l'hypothèse d'une discontinuité. C'est ce que Planck a montré à propos du rayonnement du corps noir. A un point de vue tout à fait général, on peut dire que les équations d'Hamilton, d'après lesquelles les phénomènes physiques pourraient être traduits par des équations différentielles (c'est-à-dire continues), ne s'appliquent pas toujours : ainsi, la loi de l'équipartition de l'énergie, qui se pré-

sente comme une conséquence immédiate de ces équations, n'est pas en accord avec les résultats de l'expérience; de plus, Jeans a montré que les équations d'Hamilton, combinées aux résultats les plus certains de la théorie des probabilités, conduiraient, pour la distribution de l'énergie dans le spectre du corps noir, à la formule de Lord Rayleigh, d'après laquelle la répartition de l'énergie se ferait en raison inverse de la quatrième puissance de la longueur d'onde, ce qui est manifestement inexact. L'introduction d'une discontinuité dans la structure du rayonnement a été réalisée dans l'hypothèse des quanta, de Planck, et dans une hypothèse un peu différente formulée par J.-J. Thomson.

D'après Planck, l'émission de lumière — et l'émission seulement — est discontinue. L'oscillateur élémentaire ne peut émettre l'énergie que par multiples d'un certain quantum. Mais l'énergie, une fois émise, se propage par des ondes continues, suivant la théorie de Maxwell, et l'absorption est également un phénomène continu. En somme, l'hypothèse de Planck introduit seulement une discontinuité dans le temps; elle a fourni en Thermodynamique des résultats extrêmement intéressants, mais, sur les phénomènes purement optiques, elle n'apporte aucune vue nouvelle.

J.-J. Thomson, au contraire, suppose que l'énergie rayonnante est elle-même discontinue. Non seulement l'oscillateur élémentaire rayonne de l'énergie par multiples déterminés d'un certain quantum, mais encore cette énergie est concentrée en certains points déterminés de l'espace : l'énergie rayonnante serait constituée par la juxtaposition d'un certain nombre d' « unités ». Cette constitution corpusculaire de la lumière permet d'expliquer les phénomènes d'ionisation produits dans les gaz par la lumière ultra-violette, l'effet photoélectrique, etc. Einstein est arrivé aussi à la conception de cellules lumineuses indépendantes, en supposant qu'un rayonnement monochromatique de faible intensité peut être traité thermodynamiquement comme un gaz; ces cellules lumineuses, incapables de se subdiviser, transporteraient un quantum d'énergie.

Malgré le succès de ces théories pour l'explication, en particulier, des phénomènes d'ionisation, l'hypothèse d'une structure corpusculaire de l'énergie radiante n'a pas été universellement acceptée, et l'on s'imagine volontiers qu'elle est en contradiction avec les lois de l'Optique et qu'elle est impuissante à rendre compte des expériences classiques d'interférence et de diffraction.

J.-J. Thomson a montré néanmoins que tous les phénomènes d'interférence actuellement connus peuvent être expliqués dans l'hypothèse corpusculaire, au moins qualitativement, si l'on suppose que la quantité d'énergie que renferme l' « unité » de lumière ne demeure invariable qu'autant que cette « unité » ne traverse pas la matière. En traversant la matière, elle excite, par résonance, la vibration des systèmes d'électrons qu'elle rencontre : ces résonateurs deviennent eux-mêmes des centres d'émission de nouvelles « unités » de lumière qui, par suite des phénomènes de résonance, présentent entre elles, et présentent avec les « unités » primaires des différences de phase déterminées. Dans ces conditions, les « unités » de lumière se comporteraient, au point de vue des phénomènes d'interférence, comme les ondes lumineuses de la théorie classique.

Toutefois, pensait J.-J. Thomson, si la lumière était produite dans un gaz à très basse pression, on pourrait s'attendre à ce que, dans le gaz lui-même, l'énergie émise par un atome ou une molécule de gaz ne pourrait pas se répartir uniformément, à cause du petit nombre de molécules de matière qu'elle rencontre dans son parcours. Il était donc intéressant de voir si les franges d'interférence pouvaient se produire aussi facilement dans un vide très poussé que sous les conditions ordinaires.

C'est ce qu'a fait M. Kerschbaum. Dans un tube à vide à parois de quartz, il a installé un dispositif d'interférence (celui des deux fentes d'Young). Le tube est divisé en deux compartiments, que sépare une étroite ouverture : l'un d'eux, A, contient de la vapeur de mercure, sous une pression relativement élevée, 1/1000 de millimètre, dont on excite la fluorescence par l'action de rayons ultraviolets; dans ces conditions, la vapeur de mercure émet des radiations également ultraviolettes et rigoureusement monochromatiques (de longueur d'onde $\lambda = 2.536$ A.); le deuxième compartiment, B, dans lequel est installé le dispositif d'interférence, peut être plongé dans l'air liquide, de façon que la pression de la vapeur de mercure soit beaucoup plus faible, 1/100.000 de millimètre. (En réalité, le mercure distille constamment de A vers B, mais on maintient le vide dans B par une pompe). Une plaque photographique, extérieure au récipient, au-delà de la chambre B, permet d'inscrire les franges d'interférence qui, si elles se produisent, seront formées par des radiations ultraviolettes [1].

L'expérience, faite avec beaucoup de soin, a indiqué la formation constante de franges, quel que soit le vide réalisé dans le compartiment B. Les franges ne semblent pas modifiées par une variation de pression.

Les expériences de M. Kerschbaum ne confirment donc pas les vues de J.-J. Thomson. « S'ensuit-il, conclut l'auteur, qu'il faille admettre que l'énergie de l'oscillateur élémentaire se propage par ondes sphériques continues? Non, si l'on peut établir une théorie corpusculaire de la lumière dans laquelle les corpuscules produiraient des effets analogues à ceux des ondes quand ils rencontrent un dispositif interférentiel ». Il suffit d'admettre qu'une ligne de force, trajectoire des corpuscules lumineux, n'est pas immobile, mais est animée de très rapides mouvements transversaux. Par suite, une série d'oscillations ne pourront jamais être regardées comme se propageant suivant une ligne rigoureusement droite. On peut très bien imaginer que les différentes parties d'un même train d'oscillations puissent traverser les deux fentes du dispositif interférentiel et prendre ensuite une différence de phase constante qui rend possible l'interférence.

Quoi qu'on puisse penser de ces essais de théories, qui ne peuvent prétendre qu'à donner une image des phénomènes, il reste des expériences si soignées et si délicates de M. Kerschbaum, ce résultat positif que les phénomènes d'interférence sont réalisables dans un vide très poussé en utilisant comme source de lumière une radiation diffusée, provoquée par résonance et produite dans le tube qui renferme le dispositif interférentiel.

§ 3. — Électricité industrielle.

La Station de télégraphie sans fil transatlantique de Tuckerton (États-Unis). — On a inauguré, au commencement de l'été dernier, à Tuckerton (New Jersey), une nouvelle station de télégraphie sans fil, qui permet d'envoyer directement des messages jusqu'à Eilvese, près de Hanovre, en Allemagne, sur une distance de 6.400 kilomètres.

Cette station, de même que celle d'Eilvese qui est entièrement semblable, emploie le système Goldschmidt de transmission par ondes entretenues engendrées mécaniquement. La base de l'installation est l' « alternateur à réflexion », dans lequel des courants alternatifs possédant une fréquence fondamentale de l'ordre de 10.000, ont leur fréquence successivement doublée, triplée, puis quadruplée. La fréquence naturelle de l'antenne aérienne (tour à section triangulaire de 250 mètres de hauteur, isolée à sa base sur des piliers de verre) est d'environ 107.000 cycles par seconde, ce qui correspond à une longueur d'onde de 2.800 mètres.

La réception des ondes provenant d'Eilvese se fait au

[1] *Philos. Mag.*, mars 1914.

moyen d'un dispositif appelé « roue à tons ». Il consiste en une roue dentée, montée sur l'arbre d'un moteur de haute fréquence et possédant un balai de contact frottant sur son bord, le tout formant un interrupteur de haute fréquence contrôlable. Placé dans un circuit convenable — contenant un tikker ou un rectificateur — et mis en rotation de façon que les contacts aient lieu un peu plus rapidement ou un peu plus lentement que les maxima successifs de courant produits par l'onde électromagnétique reçue, il donne naissance à un son musical émis par un téléphone.

Les stations de Tuckerton et d'Eilvese ont fonctionné pendant plusieurs mois avant le commencement de la guerre, et la communication entre les Etats-Unis et l'Allemagne a été assurée à la fois de jour et de nuit. Ces installations semblent s'approcher plus qu'aucune autre des conditions permettant un service radiotélégraphique commercial et direct entre l'Europe et l'Amérique, et par conséquent une concurrence fructueuse aux câbles sous-marins.

D'ailleurs, quand le câble sous-marin allemand d'Emden aux Etats-Unis fut coupé par les Alliés après l'ouverture des hostilités, l'échange direct de communications avec l'Allemagne ne put s'effectuer que par les stations radiotélégraphiques américaines de Tuckerton et de Sayville, et la première se montra de beaucoup supérieure. Mais ses obligations de neutralité conduisirent le Gouvernement des Etats-Unis à prendre en mains le fonctionnement de la station de Tuckerton et à n'accepter du public que l'envoi de messages « neutres » et soumis à la censure. La station a marché ainsi jusqu'au 15 septembre, date où les opérations furent suspendues par suite d'avaries survenues à l'alternateur à haute fréquence. Celui-ci a été remplacé temporairement par un alternateur de construction américaine, qui permet l'envoi de signaux de nuit à Eilvese quand les conditions sont favorables, en attendant que l'envoi d'un autre alternateur, commandé en Allemagne, permette de reprendre le fonctionnement complet de la station.

§ 4. — Géographie et Colonisation.

Exploration du Dr George Montandon dans le sud-ouest éthiopien. — Le voyage que l'explorateur suisse George Montandon a accompli, en 1909-1911, dans le sud-ouest de l'Ethiopie, au pays Ghimirra, mérite une mention particulière, tant à cause des itinéraires nouveaux qu'il a parcourus, qu'en raison de l'étendue et de la variété des observations scientifiques qu'il a rapportées [2].

Le pays Ghimirra, situé au centre du triangle que déterminent la falaise sud-ouest du plateau éthiopien, la rive droite de l'Omo moyen et la rive gauche du haut Baro, était encore peu connu et de rares voyageurs l'avaient coupé de leurs itinéraires. Le Dr Montandon a donc pu accomplir une œuvre géographique entièrement nouvelle. D'Addis-Ababa, il gagna l'Omo, puis ayant traversé le Djimma, le bas Ghera et le haut Kafla, il atteignit, au delà de ces pays, le Ghimirra sur lequel devaient porter plus particulièrement ses études. Les limites que le Dr Montandon assigne au pays Ghimirra sont surtout ethniques. D'une façon générale, la contrée qu'habitent les Ghimirra est celle qu'arrosent le haut Bako et ses affluents de gauche, le Gatcheb et l'Aranga. L'explorateur poussa ensuite une pointe à l'ouest dans le Gourafarda, massif montagneux qui forme la limite du plateau éthiopien du côté du Soudan et constitue une sous-province du Ghimirra, mais qui n'est habitée par les Ghimirra que d'une façon très clairsemée. Afin de ne pas opérer son retour par la même route, le Dr Montandon monta du Ghimirra vers le nord à travers les monts Motcha, et atteignit ainsi Goré, par un itinéraire situé plus à l'est que celui de Faivre et Potter. De Goré, il regagna le Djimma par le Gouma et le Gomma. Dans son ensemble, l'itinéraire du voyageur formait, en comprenant les voies d'aller et retour, un vaste circuit présentant plusieurs boucles.

Le Dr Montandon a donné, des régions parcourues, une description géographique complète et très précise, faisant exactement comprendre le relief et l'hydrographie, et donnant une idée très nette des zones diverses du pays et de leurs caractères propres. Il a levé tout son itinéraire, et une carte à l'échelle de 1/750.000 accompagne sa relation de voyage ; on y trouve aussi figurés des profils montagneux et des tours d'horizon. Le voyageur a recueilli des observations météorologiques et noté la température, l'humidité relative de l'air, les chutes de pluie.

C'est aux études ethnographiques, envisagées aux points de vue les plus divers que puisse comprendre la connaissance d'une race, que le Dr Montandon s'est particulièrement attaché, et il a pu rapporter ainsi des détails des plus nouveaux et des plus variés sur les habitants du Ghimirra.

Le Dr Montandon a pu prendre une mensuration complète d'une cinquantaine d'individus, dont la moitié étaient des Ghimirra, et il a dressé de ces mesures des tableaux précis. La tête de presque chaque sujet fut, en outre, photographiée de face et de profil. Tous les caractères physiques des Ghimirra ayant été relevés, et entre autres, notamment, la couleur de la peau et l'indice nasal qu'avec Topinard il tenait pour les plus importants, le Dr Montandon, rattachant ses conclusions sur ce point à un exposé du problème ethnique éthiopien, put établir que le Ghimirra se place nettement entre les types kamitique et nigritique, mais ce produit intermédiaire ne doit pas être rattaché aux Bantou, comme certains voyageurs l'ont admis, les Soudanais voisins des Ghimirra n'étant pas des Bantou.

Le voyageur a enregistré, avec de nombreux détails tout ce qui a trait aux mutilations, aux tatouages dont il a figuré 61 types différents, aux coiffures dont il a représenté 32 modèles, aux vêtements, aux ornements, aux habitations et à la nourriture, aux armes, toutes matières sur lesquelles il nous documente aussi par l'illustration. Il a étudié les monnaies de l'Ethiopie et du Ghimirra, ainsi que les langues et les religions de ces pays et pour ces deux sujets il a établi des cartes. Il a dressé des vocabulaires des divers idiomes. En un mot, le Dr Montandon est parvenu à réunir sur la vie individuelle, sur les usages et les croyances des Ghimirra, ainsi que sur leur condition sociale, une documentation très précieuse en même temps que neuve.

Gustave Regelsperger.

---

[1] *Electrical World*, t. LXIV, p. 853-855.

[2] L'exposé des divers résultats scientifiques du voyage a été donné par le Dr George Montandon dans le *Bulletin de la Société neuchâteloise de Géographie* (tome XXII, 1913, 424 pages, 4 cartes, 9 planches, 202 figures) : Au pays Ghimirra. Récit de mon voyage à travers le massif éthiopien (1909-1911). — Des études spéciales ont été publiées par le voyageur dans *La Géographie*, 15 janvier 1912, p. 1-20 (Le Ghimirra) ; *Revue d'Ethnographie et de Sociologie*, publiée par l'Institut ethnographique international de Paris, mars-avril 1912, p. 149-150 (Notes sur l'ethnographie des Ghimirra) ; *Le Globe*, organe de la Société de Géographie de Genève, juin 1912 (Traversée du massif éthiopien du désert somali à la plaine du Soudan) ; *The Geographical Journal*, octobre 1912 (A Journey in South-Western Abyssinia) ; *Bolletino della Reale Società Geografica*, 1er décembre 1913, p. 1417-1418 (Viaggio nell' Etiopia di Sud-Ouest). — On lira aussi avec intérêt une récente étude ethnographique du Dr Montandon : Des tendances actuelles de l'ethnologie à propos des armes de l'Afrique (*Archives suisses d'Anthropologie générale*, tome I, nos 1 et 2, mai 1914, p. 102-135).

LA BIOLOGIE ET LA PÊCHE DU THON DANS LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

I

On désigne sous le nom de *Thons* un certain nombre de Scombres de grande taille, qui, recherchés pour les qualités de leur chair, donnent lieu, en plusieurs pays d'Europe, à une florissante industrie de conserves. Ces espèces appartiennent à la catégorie de celles que l'on qualifie de *migratrices*. Il vaudrait mieux les désigner par le terme de *périodiques*, car le fait caractéristique à leur égard consiste, chaque année, dans leur apparition régulière sur les lieux de pêche, suivie de leur disparition. Elles fréquentent surtout les mers chaudes et tempérées; elles font défaut, du moins d'une façon normale, aux régions arctiques. On les capture de préférence, en ce qui concerne les eaux européennes, dans la Méditerranée, et dans la partie de l'Océan Atlantique qui baigne la France avec la Péninsule ibérique. Ailleurs, leurs représentants, sporadiques et disséminés, ne se montrent guère que par accident.

La famille des *Scombridés*, dont les Thons font partie, entre dans l'ordre des *Scombriformes*. L'une de ses dispositions principales est fournie par l'état des nageoires impaires : la caudale, forte, vigoureuse, nettement bifurquée, s'étale en éventail symétrique, et se rattache au tronc par un pédoncule étroit ; les extrémités postérieures de la dorsale et de l'anale se scindent en petites lames indépendantes, dressées, qui les rattachent à la caudale.

Cette famille contient des genres nombreux, tous bons nageurs, vivant au large ou se rapprochant des côtes, montant en eau superficielle ou plongeant dans les profondeurs, selon les circonstances climatériques et saisonnières. Les plus répandus, et les plus recherchés pour la consommation, sont les Maquereaux et les Thons.

Les Thons composent à eux seuls, dans la famille, une tribu que caractérisent : la proximité des deux nageoires dorsales ; la présence d'une crête en carène sur chacun des côtés du pédoncule caudal ; leur possession, sur la partie antérieure du tronc, d'un corselet rendu appréciable par ses écailles assez apparentes. Les deux espèces les plus fréquentes sur nos côtes sont désignées par des noms différents. L'une d'elles est le *Thon* proprement dit, ou *Thon commun*, ou encore *Thon rouge* à cause de la teinte écarlate de sa chair encore fraîche. L'autre est le *Germon*, ou *Albacore*, ou *Alalonque*, ou encore *Thon blanc*, car sa chair possède une teinte moins vive que la précédente. Le Thon commun, dans la nomenclature ichthyologique, est dit *Orcynus thynnus* L. ; on le reconnaît à ses nageoires pectorales courtes, n'atteignant pas de leur pointe le niveau de l'anus. Le Germon, dit *Orcynus germo* Lac. ou *Germo alalunga* L. Gm., se caractérise par ses pectorales fort longues, qui dépassent en arrière la région anale. Le Thon, dans nos eaux, est principalement pêché en Méditerranée, le Germon sur les côtes atlantiques.

Le Thon est un superbe poisson, dont les beaux exemplaires, atteignant 1m,50 à 2 mètres de longueur, pèsent 200 à 300 kilogs. Il se fait surtout remarquer par cette grande taille, et non par ses couleurs, qui sont assez peu variées. Son dos est d'une teinte uniforme, bleu verdâtre foncé, et son ventre d'un ton blanchâtre à reflets nacrés. Sa bouche, relativement étroite, ne porte que des dents assez courtes, quoique nombreuses et aiguës. Une telle armature, malgré son exiguité apparente, ne l'empêche point de se révéler comme un carnivore déterminé, et un poursuivant acharné des poissons plus petits que lui, maquereaux, sardines, anchois, ou des crustacés, calmars, sépioles, qui vivent par bancs dans la haute mer. Il se lance à leur suite ; il accomplit, emporté par l'ardeur de cette chasse, des voyages considérables. Il remonte parfois, dans la belle saison, entraîné par les troupes de sardines, jusque dans la Manche et la mer du Nord. On en a même signalé sur les rivages de la Norvège.

Cette espèce, toutefois, préfère les eaux chaudes. Son habitat de prédilection est formé par la Méditerranée, dont les eaux profondes se maintiennent à une température voisine de 13°, et par l'Océan Atlantique ou l'Océan Pacifique intertropicaux. Elle pond vers la fin du printemps, et le début de l'été. Ses œufs, récemment découverts par un naturaliste italien, M. L. Sanzo[1], sont fort petits, globuleux, et ne mesurent pas beaucoup plus de 1 millimètre de diamètre. Ils flottent librement dans les eaux marines, et se développent tout en flottant.

II

La pêche du Thon s'effectue, chaque année, à deux époques. L'une d'elles, printanière, se place en mai et juin. La seconde débute en juillet, pour

[1] L. Sanzo : Studi sulla biologia del Tonno ; *Rivista mensile di Pesca e Idrobiologia*, 1910.

durer tout l'été, tout l'automne, et même se prolonger en hiver. Durant la première, la pêche n'a lieu qu'en certaines localités limitées, et ne s'accomplit qu'à l'aide d'une seule technique. Durant la seconde, elle se généralise à de plus vastes espaces, et utilise plusieurs moyens différents.

A. — La pêche de printemps est dite du *Thon de course*, ou du *Thon d'arrivée* (*Tonno di corso* des pêcheurs italiens, *Atum de direito* des pêcheurs portugais).

Les Thons, à cette époque, fréquentent plusieurs régions, où ils arrivent en grand nombre : la côte des Algarves et celle de Cadix dans la baie d'Espagne; la région d'Alicante et de Carthagène dans l'Espagne méditerranéenne; les parages de la Sardaigne, de la Sicile, de l'Italie méridionale; enfin ceux de la Tunisie. Ils ne s'y montrent point avant la date de leur apparition habituelle, qui s'accorde souvent avec la première quinzaine de mai; ils en disparaissent vers la fin juin et le début de juillet, ou ne s'y maintiennent guère qu'en faible quantité. Durant toute l'époque considérée, qui embrasse une durée moyenne de cinq à six semaines, ils passent par troupes nombreuses, et vont toujours, dans chaque localité, selon une même direction. Leur trajet régulier et annuel se faisant parfois à proximité du rivage, la méthode de pêche consiste à utiliser ce passage en plaçant un parc fixe de pêcherie sur la route toujours suivie par eux dans le même sens.

Ce parc est nommé une *madrague*, ou une *tonnare*. Il consiste, comme on l'a dit parfois, en un véritable château de filets, tendu dans les eaux marines, et mesurant, chez certains, jusqu'à 150 ou 200 mètres de longueur. On peut l'assimiler à un gigantesque verveux, solidement maintenu entre la surface et le fond, et divisé en plusieurs compartiments, ou chambres communiquant entre elles. Les pêcheurs le mouillent à une certaine distance du rivage, sur des fonds de 20 à 30 mètres, et l'orientent parallèlement, ou presque parallèlement, au rivage lui-même. Ils barrent ensuite le chenal, laissé entre l'engin et la côte, au moyen d'un filet tendu transversalement. Puis ils ouvrent la chambre contiguë à cette barrière, de manière à permettre aux poissons de pénétrer librement dans la pêcherie.

Les Thons, emportés par leur course régulière, s'introduisent dans le chenal, et vont buter contre le filet transversal, que les pêcheurs nomment la *queue* (*coda* des praticiens italiens). Ils ne reviennent pas sur leur route, ne cherchent pas à doubler l'engin pour passer en dehors; mais se maintiennent contre la queue, et la suivent en se portant vers le large. Ils arrivent ainsi sur la madrague elle-même, rencontrent l'ouverture laissée béante, et s'introduisent dans la chambre qui lui correspond. Les poissons continuent alors dans l'engin — ou plutôt cherchent à y continuer — leur route selon la direction coutumière. Ils vont ainsi de chambre en chambre, grâce aux communications établies entre-elles; et, finalement, s'accumulent dans le dernier compartiment, où ils restent emprisonnés, les pêcheurs ayant soin de manœuvrer les ouvertures pour interdire tout retour.

Ce compartiment final est dit à juste titre la *chambre de mort*. Fermé en dessous par un plancher horizontal de filet, il ne laisse aux Thons aucune issue. Souvent, dans les bonnes périodes de pêche, une journée suffit pour qu'il amasse en lui plusieurs centaines de pièces. Lorsque le chef des pêcheurs, le *raïs* comme on dit en Italie, juge suffisant le nombre de ces dernières, on procède à l'opération ultime, qui est l'*abattage* ou la *mattanza*. Le plancher de filet est peu à peu soulevé, et rapproché de la surface de l'eau, comme l'on ferait d'une épuisette aux dimensions colossales. Les Thons, qui se cachaient dans les profondeurs de la chambre, sont ainsi amenés à portée. On les assomme, on les accroche avec des harpons, on les sort de l'eau, on les entasse dans des barques. La mer, autour de ce massacre, se teinte de rouge par l'abondance du sang versé. Les grands poissons, dont beaucoup mesurent près de deux mètres, agonisent dans les bateaux où on les a jetés. Puis, la capture terminée, on remet le filet en état, et on emporte les Thons à l'usine toute proche, où ils vont être sur l'heure dépecés et préparés.

Chaque madrague bien outillée comporte, en effet, à proximité de l'engin, la présence, sur la côte, d'une usine à conserves, munie de tout son matériel, de son séchoir, de ses ateliers de friture et de mise en boîte, de son personnel approprié. Pendant les cinq ou six semaines de la pêche, le travail est constant, et la rotation continue, du filet à l'usine. Les marins de la pêcherie prennent sans cesse du poisson, qu'ils envoient sans tarder à leurs camarades des ateliers. Les uns produisent et les autres préparent. Tous rassemblés dépassent souvent le chiffre d'une centaine par exploitation. La pêche à la madrague est donc une grande industrie, qui exige des capitaux considérables et une forte main d'œuvre.

B. — La pêche d'été, d'automne, et d'hiver, ne se prête point à des établissements d'une telle importance, malgré que sa durée soit plus longue, et que soient plus vastes les espaces où on puisse l'exercer parce que les Thons paraissent partout. Ces derniers sont alors nommés des *Thons de retour*, *Tonni di ritorno*, ou *Atum de revez*, selon

l'esprit d'une vieille théorie migratrice que les faits, comme on le verra plus loin, démentent complètement. Ils vont et viennent par petites troupes, se montrent ou disparaissent, et n'offrent plus la constance de direction, ni le transport en grand nombre, qui caractérisent ceux de la pêche printanière. On se sert à leur usage, et en quelques localités, de madragues ou tonnares, bien que la capacité de production de ces engins soit relativement faible. La plupart des pièces capturées ne sont pas envoyées à des usines de conserve, car elles sont trop peu nombreuses et de prises trop espacées. On les expédie plutôt sur les marchés, pour les faire consommer, du moins la plupart, à l'état frais.

Les pêches les plus fructueuses des Thons de cette catégorie sont effectuées, non point au moyen de parcs fixes, mais à l'aide de pêcheries flottantes et mobiles. Le modèle le plus usité, parmi ces dernières, ressemble à celui d'une petite madrague simplifiée que l'on tendrait sur place, au moment voulu, autour d'une bande de Thons préalablement cernée et emprisonnée dans un cercle de filets. Ce procédé, usité sur les côtes septentrionales du bassin méditerranéen occidental, est dit de la *sincho* ou de l'*enceinte*. Une autre méthode, celle de la *courantille*, consiste à tendre dans la mer un solide filet vertical flottant, amarré à une barque, et à laisser dériver le tout. Si les Thons butent contre le filet, ils ne cherchent pas à revenir, mais continuent à pousser, et s'enveloppent eux-mêmes. Enfin, quelques individus, mais en faible quantité, sont capturés parfois avec une ligne à traîner comme celle dont on se sert pour le Germon, ou se laissent saisir dans les filets destinés à d'autres espèces.

C. — La pêche du Thon est l'une des plus rémunératrices de la Méditerranée occidentale. Son rendement est considérable, en raison du grand nombre des captures, et du haut prix auquel ces dernières sont vendues, soit à l'état frais, soit sous celui de conserves. Toutefois, il s'en faut de beaucoup que cette pêche donne partout, dans le temps comme dans l'espace, d'une année à l'autre ou d'une localité à l'autre, des bénéfices identiques. Ses variations sont fort importantes. Quelques chiffres suffiront pour démontrer ce fait.

L'une des principales pêcheries (tonnares) de ce bassin occidental est celle de Sidi-Daoud, en Tunisie, auprès du cap Bon. Elle a pris en 1911, pendant les deux mois de mai et de juin qui composent sa saison de pêche, 12.859 Thons, pesant ensemble 642.950 kilogs. L'année suivante, en 1912, son tableau de pêche porte seulement 5.071 pièces, pesant 354.970 kilogs. En 1913, la production diminue encore; elle tombe à 4.604 pièces et 253.220 kilogs. Par contre, en 1910, cette production, se rapprochant de celle de 1911, s'élevait à 8.800 pièces et à 440.000 kilogs. De même, celle de 1909 comportait 7.640 pièces et 458.400 kilogs. La courbe de production de cette tonnare subit donc une ascension de 1909 à 1911, parvient à son apogée vers cette dernière année, puis fléchit jusqu'en 1913.

Toutes les tonnares montrent, à cet exemple, des variations de même sorte, que les praticiens connaissent bien, et dont ils tiennent compte dans les évaluations relatives à leur industrie. Les années ne se ressemblent chez aucune d'elles. Les courbes tracées selon les rendements offrent toujours des inflexions pluri-annuelles, tantôt lentes, tantôt brusques, en tous cas fort accentuées.

Certaines régions, jadis riches en Thons, n'en contiennent et n'en capturent aujourd'hui qu'un nombre restreint. Le Golfe de Marseille renfermait autrefois, jusqu'au milieu du XIXe siècle, dix madragues florissantes; il n'en possède plus que deux aujourd'hui, d'un rendement assez précaire; on a dû supprimer les autres, dont le revenu se montrait inférieur aux dépenses de l'exploitation. Jadis, et jusqu'au XVIIIe siècle inclusivement, les côtes du Roussillon recevaient, chaque année, la visite de Thons nombreux, que l'on capturait par le procédé de la sinche. Ces venues étaient si régulières, si profitables, que certaines bourgades de pêcheurs, comme Collioure, avaient institué à cet effet tout un personnel officiel de guetteurs et de marins. Aujourd'hui, les passages de ces poissons n'existent plus pour ainsi dire, tellement ils se font rares et clairsemés. Les Thons se tiennent en haute mer, vont vers d'autres lieux, et ne s'approchent plus autant de ces côtes.

Une diversité semblable se révèle, en outre, d'un centre de pêche à un autre. Tel, parmi eux, est habituellement avantagé par les passages de Thons, alors que tel autre l'est beaucoup moins. Ceci revient à dire que ces poissons ne fréquentent pas indifféremment toutes les localités, et qu'ils ont leurs préférences. Ainsi, pendant l'année 1911, citée précédemment, les sept tonnares de la Tunisie, celle de Sidi-Daoud et six autres avec elle, ont pris ensemble 35.121 Thons, pesant au total 1.985.217 kilogs et valant à l'état brut 596.079 francs. La même année, les côtes algériennes, voisines pourtant de celles de la Tunisie qu'elles prolongent à l'Ouest, n'ont donné, malgré leur étendue, que 50.800 kilogs de Thons : cette quantité infime représente, environ, le quarantième seulement de celle de la Tunisie. A la même date, c'est-à-dire en 1911, les côtes françaises méditerranéennes (Provence, Languedoc, Roussillon) ont produit 483.100 kilogs de Thons : presque dix fois plus que les régions algériennes, mais

quatre fois moins que les tunisiennes. Enfin, pour terminer cet exposé, une zone restreinte des côtes méridionales de la Sardaigne, non loin et à l'ouest de Carloforte, où se trouvent trois tonnares importantes, a pêché à elle seule, en 1911, un nombre de Thons égal à 18.289. Ce chiffre équivaut, malgré la petitesse de la région considérée, à la moitié de toute la production tunisienne.

L'exposé précédent permet encore de montrer, par surcroît, l'extrême différence de rendement qui s'établit, dans le bassin occidental de la Méditerranée, entre la pêche printanière ou du Thon dit de course, et celle des autres saisons ou du Thon dit de retour. Les plus gros chiffres sont ceux de la première, et les plus petits ceux de la seconde. Les tonnares de la Tunisie, de la Sardaigne, sont montées pour la pêche printanière seule, comme la plupart de celles de la Sicile et de l'Espagne méridionale; les Thons ne passent à leur portée que pendant deux mois, mai et juin; mais ils rachètent cette restriction par leur abondance. Aussi les rendements sont-ils considérables. Par contre, ces poissons ne fréquentent point, au printemps, les côtes de l'Algérie ni celles du sud de la France; ils ne viennent auprès d'elles que plus tard, en été, en automne, et par petites troupes; aussi les prises sont-elles moindres. La pêche la plus lucrative de beaucoup est donc celle du Thon de printemps.

Ces chiffres et ces données expliquent, au surplus, combien est active cette industrie. Elle est ainsi, car elle procure, pendant les bonnes années, des bénéfices considérables. En sus du bassin occidental de la Méditerranée, cette pêche est également pratiquée sur les côtes du Portugal, dans la province de l'Algarve, et en Espagne auprès de Cadix. Le bassin méditerranéen oriental, la mer Egée, le Bosphore, reçoivent aussi, chaque année, des visites abondantes de Thons, que l'on capture dans des tonnares installées sur leur route. Le port de Constantinople, qui a gardé depuis l'ancienne Byzance son nom de « Corne d'or », a été ainsi qualifié à cause de l'opulence de ses antiques possesseurs, qui s'enrichissaient avec la pêche du Thon.

La production annuelle de ce poisson dépasse de beaucoup, par suite, le total des chiffres mentionnés ci-dessus. Il n'est guère possible de l'évaluer avec certitude, car les statistiques ne sont point tenues dans tous les pays avec une égale rigueur; mais il semble bien qu'elle soit comprise, bon an mal an, entre dix et vingt millions de kilogrammes. A titre de comparaison, la production du Germon ou Thon blanc de l'Atlantique, dont la majeure part est absorbée par les usines françaises de conserves, s'est élevée en 1911, pour la France, à 5.830.653 kilogrammes. Même en ajoutant à cette dernière la production de l'Ibérie atlantique, le total ne parviendrait pas à la hauteur de celui du Thon commun. Aussi semble-t-il que cette dernière pêche, qui alimente les marchés méditerranéens et surtout les usines italiennes de conserves, soit plus productive économiquement que celle du Germon.

On s'est efforcé, en conséquence, et à maintes reprises, tenant compte de ces rendements importants et de ces bénéfices, d'étendre la pêche du Thon à un plus grand nombre de localités, de la rendre prospère aux lieux où elle décline, et de l'installer où elle n'existe pas encore. Les demandes en concessions de madragues ou tonnares sont fréquentes dans la plupart des pays riverains de la Méditerranée. Ainsi qu'il arrive toujours en pareil cas, on cherche bonnement, et seulement, à monter une pêcherie aussi perfectionnée que possible. On s'avise moins que le premier point consisterait à savoir si le poisson y viendra pour se faire prendre. On agit comme si ces êtres se disséminaient également partout, et rencontraient partout des conditions identiques et favorables. Or, il est loin d'en être ainsi. Ici comme ailleurs, une biologie méthodique doit donner l'indication utile; et, seule, elle le peut.

III

A. — La pêche du Thon est pratiquée, de toute antiquité, dans la Méditerranée entière et dans la baie d'Espagne. Les moyens employés jadis différaient à peine de ceux dont on se sert aujourd'hui. Les descriptions des anciennes halieutiques permettraient de suivre encore les manœuvres des praticiens contemporains. Or, les pêcheurs grecs et latins d'autrefois étaient de bons marins, et d'excellents observateurs. Ils suppléaient à leur défaut d'instruments de précision par l'acuité de leur vision, et la promptitude de leur jugement. S'étant rendus compte de l'alternance périodique des apparitions du Thon, ainsi que de son rhythme annuel et régulier, ils en avaient cherché une explication. Les quelques constatations faites par eux servant de base, leur penchant pour la fiction et le merveilleux donnant le complément, ils en avaient conclu à une migration du Thon autour de toute la Méditerranée, ce voyage se compliquant d'un va-et-vient de la Méditerranée elle-même dans l'océan Atlantique. Cette théorie migratrice, aussi célèbre qu'antique, adoptée et propagée par Aristote et par Pline, s'est maintenue sans changement jusqu'à notre époque. Les praticiens et nombre d'ichthyologistes l'acceptent encore comme allant de soi, sans faire sa critique, ni la contester.

Les principaux arguments sur lesquels elle s'ap-

puie sont ceux de l'apparition et de la disparition périodiques des bandes, et des directions constantes suivies par les Thons qui se font prendre dans les tonnares. Chaque année, en avril et au début de mai, on voit, dans la baie d'Espagne, des troupes nombreuses qui, paraissant venir de l'ouest et du sud des régions atlantiques, convergent du côté de l'Algarve, de Cadix, et de l'entrée du détroit de Gibraltar. A une époque un peu plus tardive, on voit, de l'autre côté du détroit, dans le bassin occidental de la Méditerranée, d'autres troupes de Thons, qui se dirigent vers l'est, ou vers le sud-est, comme si elles se portaient uniformément vers la Méditerranée orientale. Enfin, dans cette dernière, à la même époque ou un peu plus tard, on voit encore des Thons remonter autour des îles de la mer Egée, et s'introduire dans la mer de Marmara. Les lieux de pêche où les tonnares sont installées, où la sinche est pratiquée, sont ainsi fréquentés, en mai comme en juin, par ces poissons, qui se montrent alors en abondance et fournissent aux pêcheurs des captures multiples, alors qu'ils manquent presque entièrement, dans les mêmes lieux, avant comme après ces deux mois. Aussi les anciens auteurs, et les praticiens de tous les temps, liant entre eux ces phénomènes pourtant distincts, en ont conclu : que le Thon a dans l'océan Atlantique son habitat principal; que ses bandes s'introduisent dans la Méditerranée chaque année, au printemps, en franchissant le détroit de Gibraltar; qu'elles parcourent la Méditerranée entière de l'ouest à l'est, et traversent le Bosphore afin de pénétrer dans la Mer Noire, où elles pondent; après quoi elles disparaissent, car elles retournent à l'Océan pour ne se montrer à nouveau que l'année d'après.

Un naturaliste Sarde distingué, qui vivait au XVIIIe siècle, Cetti[1], tout en rectifiant sur un point cette théorie, l'a pleinement acceptée, et l'a même complétée par l'énumération des trajets particuliers suivis, à son avis, par les troupes qui franchiraient, selon plusieurs routes, la Méditerranée occidentale. Sa rectification porte sur les lieux de ponte. Il estime que l'acte fécondateur ne doit point s'accomplir exclusivement dans la Mer Noire, puisque les Thons pêchés au printemps sur les côtes de Sardaigne portent des œufs parvenus à maturité, et montrent tous les indices d'une fraie prochaine. La reproduction pourrait donc s'effectuer dans la Méditerranée occidentale, à portée de la Sardaigne et de la Sicile. Cette induction a été confirmée récemment, comme il a été indiqué plus haut, par la découverte, due à M. L. Sanzo, de l'œuf flottant du Thon dans les parages siciliens.

Malgré l'acceptation qu'il en donnait d'autre part, Cetti portait ainsi un premier coup à la théorie migratrice. En effet, selon l'esprit de cette dernière, le périple méditerranéen aurait pour objet la ponte dans la Mer Noire : or, si cet acte pouvait s'accomplir en cours de route, on ne comprenait plus trop la continuation d'un voyage aussi long.

D'autres objections furent ensuite faites par de nouveaux auteurs. En 1816, un seigneur Sicilien, Don Charle d'Amico, duc d'Ossada[1], constate, à son tour, que les Thons se reproduisent certainement dans les eaux marines de son pays, puisqu'il a observé les phases de la maturation sexuelle chez les adultes, et celles de la croissance chez les petits nouvellement éclos. G. Cuvier[2], en 1831, incline également à penser que les migrations du Thon, moins grandes qu'on ne le suppose, se réduisent à des voyages beaucoup plus limités. La théorie migratrice se trouvait donc atteinte. Les derniers coups, qui l'ont achevée, lui ont été adressés, à une époque récente, par le naturaliste italien Pavesi, et par le roi Carlos de Portugal.

Le Gouvernement italien entreprit, voici une quarantaine d'années, une vaste enquête sur la pêche du Thon et sur les tonnares. L'étude biologique préliminaire, qui devait servir de fondement à l'enquête, fût confiée à l'éminent ichthyologiste P. Pavesi. Son rapport[3], qui constitue un travail considérable, conclut avec netteté contre la théorie migratrice. L'auteur discute cette dernière, constate qu'aucune ponte de Thon n'a lieu dans la Mer Noire, qu'aucune observation directe de passage par le détroit de Gibraltar n'a jamais été faite, et que l'idée de la migration a été forgée de toutes pièces sans que sa vérification ait jamais été apportée. Il considère ensuite les habitudes du Thon dans la Méditerranée occidentale, et note que cette espèce ne quitte point cette mer pour se porter ailleurs, puisqu'on la pêche en été, en automne, en hiver, tout comme au printemps; or, il ne pourrait en être ainsi au cas où, la ponte printanière accomplie, elle quitterait la Méditerranée pour se porter dans l'océan Atlantique. Il conclut donc en montrant que la population thonnière de la Méditerranée est indépendante de celle de l'Océan, qu'elle habite à demeure les eaux méditerranéennes, et que ses déplacements se bornent à se diriger du large vers les côtes ou

[1] Cetti : Storia naturale di Sardegna; III. Anfibi e Pesci; Sassari, 1774-1777.

[1] C. d'Amico, duco d'Ossada : Osservazioni pratiche intorno la pesca, il corso, il cammino dei Toni; Messina, 1816.

[2] G. Cuvier (et Valenciennes) : Histoire naturelle des Poissons, t. VIII; Paris, 1831.

[3] Atti della Commissione reale per le Tonnare; Roma, 1885.

inversement, de la profondeur à la surface ou en sens contraire.

Le Thon, en résumé, et selon Pavesi, serait un poisson bathypélagique qui, puissant nageur, se porte rapidement en plusieurs lieux selon ses besoins, mais n'accomplit pas ce vaste voyage que la théorie migratrice lui prête gratuitement.

Quelques années plus tard, Don Carlos de Bragance, roi de Portugal, porta à cette théorie le dernier coup. — Tout en admettant, avec Pavesi, que le Thon de la Méditerranée ne quitte point cette mer, une obscurité, dans cette discussion, existait encore du fait des bandes nombreuses qui, au printemps, et dans l'Océan Atlantique, se portent au voisinage de l'entrée du détroit de Gibraltar. Que deviennent ces troupes? Franchissent-elles le détroit? Ou s'éparpillent-elles sans pénétrer? Le roi de Portugal, sur son yacht *Amelia*, s'est livré avec méthode, sur ce fait, à des investigations complètes. Ses observations[1] démontrent qu'aucune pénétration n'a lieu, que les Thons qui arrivent au printemps dans la baie d'Espagne y séjournent pendant quelques semaines, puis s'en retournent vers l'Ouest, et repassent, à 50 ou 52 jours d'intervalle, par les lieux où ils avaient passé auparavant. Il se peut que quelques isolés s'engagent dans le détroit, et parviennent dans la Méditerranée; mais la masse principale reste atlantique, et se borne à aller ou à venir dans l'Océan, sans chercher à se joindre à ses congénères méditerranéens. Le roi Carlos prouve en outre que les circonstances météorologiques, tenant aux vagues, à la direction et à la force des vents, à la pression barométrique, n'exercent aucune influence sur les déplacements des bandes. Les Thons vont et viennent avec régularité, et à date fixe, sans paraître touchés par les conditions locales et variables du climat.

Ainsi, grâce à ces efforts répétés, la théorie migatrice a vécu. Du reste, elle n'avait jamais existé scientifiquement. Elle consistait simplement en une hypothèse, qui reliait entre eux certains faits à la condition de négliger tous les autres. Elle s'est maintenue pendant longtemps. Elle se maintient encore, car elle semble expliquer plusieurs particularités de la pêche. Mais ce n'est plus là, désormais, qu'une apparence, qui ne résiste pas à la critique basée sur l'observation.

IV

Les auteurs précédents ont démontré l'inanité de la théorie migratrice, et n'ont rien mis à sa place. Leurs arguments aboutissent à des conclusions négatives sur cette théorie, mais dépourvues de toute autre portée. Ils ne donnent aucune explication rationnelle du phénomène essentiel, constitué par les apparitions et les disparitions périodiques et annuelles du Thon. C'est sur ce phénomène qu'il convient, désormais, de rassembler des documents positifs. L'industrie d'une pêche aussi importante est réglée, en effet, par ces allées et venues régulières. L'installation des tonnares, leur position mutuelle, les lois particulières et générales de l'exploitation, doivent suivre les incidentes d'un tel déplacement. La théorie migratrice répondait empiriquement, et imparfaitement, à quelques-unes des questions ainsi posées. Par quoi la remplacer maintenant, puisqu'elle n'est plus valable?

Il est certain que l'oscillation périodique du Thon a sa raison déterminante. Si cette dernière ne se rapporte plus au voyage annuel que l'espèce, venant de l'Océan, accomplirait chaque année autour de la Méditerranée; si la population thonnière du bassin méditerranéen occidental s'y cantonne, et se borne à s'y déplacer selon un rhythme précis, quelle est la cause efficiente de ce mouvement?... Chaque année, au printemps, les Thons abandonnent la partie septentrionale de ce bassin; ils en disparaissent complètement, et ne reparaissent qu'en juillet pour y demeurer à nouveau jusqu'au printemps suivant. Chaque année, à la même époque, un phénomène inverse se réalise, par contre, en certaines localités de la partie méridionale du même bassin : les côtes espagnoles au sud des Baléares, les côtes tunisiennes, celles de la Sardaigne et de la Sicile. Les Thons, qui s'y montrent à peine durant la majeure partie de l'année, arrivent sur elles en abondance pendant les mois de mai et de juin, passent par bandes en suivant une direction constante, puis disparaissent dès juillet. Chaque année encore, la pêche se localise au printemps sur les côtes énumérées ci-dessus, alors qu'elle se généralise et s'étend au bassin entier, ainsi qu'à ses dépendances, pendant le reste de l'année.

Il n'est qu'une méthode capable de fournir sur ces déplacements balancés une solution logique : c'est l'étude scientifique de la biologie du Thon, et de la manière dont l'espèce se comporte dans son milieu. Cette sorte d'investigations a récemment donné d'excellents résultats sur les Poissons périodiques des mers septentrionales, les Gadidés notamment. On sait aujourd'hui, selon les recherches de MM. J. Schmidt et Damas[1], que ces poissons, Morues, Eglefins, etc., sont sensibles aux variations

[1] Carlos de Braganca : Resultados das Investigacoes scientificas..., I. A Pesca do Atum no Algarve em 1898; Lisboa, 1899.

[1] *Rapport et Procès verbaux du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer*, t. X, 1909.

présentées par le milieu marin comme température de l'eau, salinité ou profondeur ; et que cette sensibilité augmente à l'époque annuelle de la ponte. Les adultes reproducteurs, conduits par cette hypersensibilité, se déplacent alors pour gagner les eaux qui leur conviennent le mieux. Telles seraient les raisons, et les directions, de leurs voyages périodiques et de leurs déplacements limités, bien différents, comme durée et comme étendue, des migrations hypothétiques qu'on leur prêtait autrefois. L'espèce, à l'époque de la ponte annuelle, effectue un déplacement de concentration, ou de rassemblement sexuel : les adultes reproducteurs convergent vers les eaux qui leur procurent les conditions nécessaires de profondeur, de température, de salinité ; ils s'y réunissent. Ensuite elle accomplit un déplacement de dispersion : les individus, la ponte achevée, se disséminent, selon les circonstances, sur l'étendue entière de leur domaine géographique.

Il semble bien, d'après mes études, qu'il en soit de même pour les Thons. Une théorie halo-thermique[1] des apparitions et des disparitions périodiques de ces poissons doit, à mon sens, prendre la place de la théorie migratrice d'autrefois. Ces êtres, selon mes constatations, sont sténothermes et sténohalins ; ils se montrent sensibles aux variations de température et de salinité qui, dans la Méditerranée, s'établissent de saison à saison et de localité à localité. Les considérations basées sur ces deux ordres de circonstances doivent donc prendre rang parmi celles dont on s'inspire à ce sujet, et, très probablement, dominer les autres.

L'ancienne distinction entre les Thons de course ou de pêche printanière localisée, et les Thons de retour ou de pêche estivo-hivernale généralisée, a sa réalité, malgré que l'explication qu'on en donnait soit inexacte. Les premiers, qu'il conviendra de nommer désormais des individus *génétiques*, sont des adultes reproducteurs en état d'élaboration sexuelle ; les seconds, ou individus *erratiques*, sont des jeunes immatures, ou des reproducteurs ayant achevé de pondre. Les Thons génétiques, hypersensibles à la température et à la salinité pendant la période prodromique de la ponte et celle de la ponte même, se dirigent alors vers les eaux les plus chaudes et les plus salées du bassin occidental, en Espagne au sud des Baléares, en Tunisie, en Sardaigne, en Sicile ; ils effectuent leur déplacement de concentration. Puis, la reproduction terminée, devenus moins sensibles, ils se dispersent dans le bassin entier, et fréquentent surtout les eaux où ils trouvent le plus aisément une nourriture abondante.

Les apparitions et les disparitions périodiques ressortiraient ainsi des déplacements de concentration et de dispersion : concentration au printemps, pendant la période reproductrice, dans les régions méridionales où se trouvent alors rassemblés les degrés les plus élevés de la thermalité comme de la salinité ; dispersion ensuite, hors de cette période et jusqu'à la venue de la période suivante, dans la Méditerranée occidentale toute entière.

Il suit de là, à titre complémentaire, que les questions particulières, posées par la pêche elle-même pour la conduite de son exploitation, doivent également être traitées en s'inspirant de ces considérations thermiques et salines, plutôt qu'en s'attachant à la recherche d'autres causes, peu efficientes sans doute, en tout cas moins certaines. Les variations du rendement des tonnares, l'éloignement que les Thons manifestent aujourd'hui pour certaines côtes qu'ils fréquentaient autrefois, la faiblesse productrice de plusieurs régions que tout d'autre part, semble avantager ou bien avait jadis avantagé, trouveront plus aisément leur explication dans la diversité régulière et rythmique, ou accidentelle, des eaux marines littorales comme température et comme teneur en sels dissous, que de toute autre façon. Le régime variable des pluies, en augmentant ou en diminuant la valeur des déversements des eaux douces d'origine tellurienne ; le déboisement ou le reboisement des falaises, en altérant l'intensité et la fréquence de ces déversements ; l'industrie humaine en transformant l'hydrologie littorale ; la direction et la situation des courants eux-mêmes, selon qu'ils viennent de l'Atlantique et transportent des eaux de basse salinité et de basse thermalité, ou de la Méditerranée orientale et ramènent des eaux de salinité et de thermalité fort élevées, constitueraient, en ce sens, autant de causes modificatrices. Ma théorie halo-thermique ne se base encore que sur quelques constatations ; partant, il est difficile de lui conférer d'ores et déjà, dans la science, la portée d'une explication complète. Mais elle s'accorde si bien avec les faits connus, et se lie si parfaitement à ce que l'on sait de la biologie des autres espèces migratrices, qu'il semble certain qu'elle sera consolidée par les recherches futures, qu'elle y gagnera une précision et une puissance nouvelles de démonstration, et qu'elle s'élèvera ainsi à son rang de théorie vraiment générale.

Dr Louis Roule,

Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

[1] L. Roule : Etude préliminaire sur la biologie et la pêche du Thon commun dans la Méditerranée occidentale, *Congrès national des pêches maritimes*, 1914.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fehr (H.), *Professeur à l'Université de Genève.* — **Compte-rendu de la Conférence internationale de l'Enseignement mathématique, tenue à Paris du 1er au 4 avril 1914** (*Publication du Comité central*). — 1 *vol in-8° de* 172 *pages* (*Prix* : 5 *fr.*). *Editeurs* : *Gauthier-Villars, à Paris, et Georg et Cie, à Genève*, 1914.

La *Revue* a déjà donné un court compte rendu de la Conférence internationale de l'Enseignement mathématique, tenue à Paris ce printemps[1], et publié le texte de deux rapports qui y ont été présentés[2].

Dans ce petit volume, M. H. Fehr, l'actif secrétaire général du Comité central de la Commission internationale de l'Enseignement mathématique, fournit un tableau très complet de cette Conférence, avec le texte des discours, conférences et rapports présentés, et le compte rendu des discussions dont ils ont été l'objet. Tous ceux qui s'intéressent aux questions d'enseignement mathématique s'y reporteront avec fruit.

Escard (Jean), *Ingénieur civil.* — **Le travail mécanique de la pierre dans l'industrie.** — 1 *brochure in-4° de* 76 *pages. H. Dunod et E. Pinat, libraires-éditeurs. Paris*, 1913.

Dans cette brochure, l'auteur étudie les transformations qu'on fait subir à la pierre au sortir de la carrière, depuis sa division en blocs de dimensions variables jusqu'à l'obtention d'objets aux contours divers. Or, comme une roche dure — tel le granit — ne saurait se travailler avec les mêmes instruments qu'un calcaire tendre, par exemple, on a dû imaginer des appareils permettant d'arriver au résultat désiré dans tous les cas.

M. Escard décrit d'abord les machines destinées au sciage et au débitage des blocs sur place. Dans cette catégorie se rangent les *lames d'acier à mouvement alternatif*, les *scies à ruban*, et les *lames circulaires*. Vient ensuite le *fil hélicoïdal* avec lequel M. Fromholt a réalisé récemment de si remarquables travaux, entre autres le sciage du Pont-Neuf à Paris (1913). Tandis qu'avec les *perceuses*, les *machines à moulurer, à profiler* et *à tourner*, on effectue des trous, ou on donne les profils voulus aux pierres préalablement débitées en blocs de forme massive et régulière. Enfin le volume se termine par quelques lignes sur les nombreuses *substances abrasives*, employées actuellement dans l'industrie pour activer le travail d'usure des lames et scies de toutes sortes. JACQUES BOYER.

2° Sciences physiques

Kaye (G. W. C.), *Directeur du Département du radium au Laboratoire national de Physique anglais.* — **X Rays. An introduction to the study of Röntgen Rays** (LES RAYONS X. INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES RAYONS DE RÖNTGEN). — 1 *vol. in-8° de* 252 *pages avec* 97 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.* 25.) *Longmans, Green and Co*, 39, *Paternoster Row, Londres*, 1914.

L'auteur ne présente pas cet ouvrage comme un traité sur les rayons X. Il a eu plutôt en vue de donner une description des méthodes et appareils actuels, qui présentent quelque valeur ou quelque nouveauté et dont la plupart sont encore épars dans les périodiques scientifiques. Il traite d'une façon critique, et dans plusieurs cas avec assez de détails, des questions à la fois théoriques et expérimentales qui lui ont paru le plus intéressantes, et il donne, en somme, quoique un peu hâchée et sans souci des proportions, l'évolution assez fidèle des événements qui se sont succédé depuis la célèbre découverte de Röntgen en 1895 jusqu'à la fin de 1913.

La liste des chapitres de l'ouvrage donnera l'idée des sujets traités : les phénomènes d'un tube à décharge; les rayons cathodiques; les rayons positifs; les rayons X; l'ampoule à rayons X; les générateurs à haut potentiel; la dureté d'une ampoule à rayons X; le noircissement d'une ampoule à rayons X; la mesure des rayons X; les rayons secondaires; autres propriétés des rayons X; applications pratiques des rayons X; interférence et réflexion des rayons X; nature des rayons X.

L'ouvrage est accompagné de plusieurs tables de constantes, qui seront très utiles aux chercheurs. L. B.

Walker (J.), *Professeur de Chimie à l'Université d'Edimbourg.* — **Einführung in die physikalische Chemie** (INTRODUCTION A LA CHIMIE PHYSIQUE). 2e *édition allemande, publiée par* H. VON STEINWEHR. — 1 *vol. gr. in-8° de* 503 *pages, avec* 62 *figures.* (*Prix* : 11 *fr.* 25.) *Vieweg und Sohn, Braunschweig*, 1914.

En présentant à nos lecteurs l'édition originale anglaise de cet ouvrage[1], nous avons dit dans quel esprit il est conçu : ce n'est pas un traité complet et systématique de Chimie physique, mais plutôt un exposé approfondi de certains chapitres de cette science, destiné à mettre l'étudiant en mesure de profiter des traités plus vastes, comme ceux d'Ostwald, de Nernst ou de van't Hoff. Sept éditions successives en langue anglaise montrent que la tentative de l'auteur a été appréciée par ses compatriotes, et deux éditions allemandes ont accru le cercle de ses lecteurs à l'étranger. Peut-être la belle ordonnance et la clarté de l'exposé de M. Walker tenteront-elles un jour un traducteur et un éditeur français, car son ouvrage trouverait sa place parmi les publications de Chimie physique existant actuellement dans notre langue. L. B.

Barger (George), *Professor of Chemistry in the Royal Holloway College, University of London.* — **The simpler natural Bases.** — 1 *vol. in-8 de* 215 *pages.* (*Prix* : 7 *fr.* 50). *Longmans, Green and Co*, 39, *Paternoster Row, London*, 1914.

Un biochimiste anglais bien connu, M. R. H. Aders Plimmer, a entrepris la publication d'une série de volumes de 100 à 200 pages qui sont autant de monographies consacrées à des sujets de Chimie biologique. C'est là une tentative heureuse et que le succès a déjà couronnée. Dans un domaine en pleine évolution, comme celui de la Biochimie, il est difficile de présenter un exposé d'ensemble, dont toutes les parties ne peuvent pas être au courant des derniers progrès. Au contraire, il est facile d'aboutir si on choisit un chapitre bien limité qui peut être mis au point en quelques semaines et dont un spécialiste documenté fait aisément une monographie complète.

---

[1] CH. BIOCHE : La Conférence internationale de l'Enseignement mathématique. *Revue* du 15 mai 1914, t. XXV, p. 446.

[2] M. D'OCAGNE : Le rôle des Mathématiques dans les sciences de l'ingénieur. *Ibid.*, p. 469. — P. STAECKEL : La préparation mathématique des ingénieurs dans les différents pays. *Ibid.*, p. 474.

[1] Voir la *Revue* du 30 Septembre 1901, p. 851.

M. George Barger nous présente aujourd'hui une étude approfondie des bases d'origine animale. Le sujet a été judicieusement réparti en plusieurs chapitres : amines dérivées par la putréfaction des matières albuminoïdes (méthyl, éthyl-amines, putrescine, cadavérine, etc.); acides aminés venus des protéines et qu'on s'étonnera peut-être de voir confondus avec des bases, bien qu'ils possèdent le groupement NH^2 (alanine, valine, leucine, etc.); bétaïnes, choline, créatine, créatinine, adrénaline, bases des muscles, spermine, produits de constitution inconnue et, parmi eux, les vitamines, etc.

C'est une description détaillée de chaque groupe et de chaque espèce, avec l'étude complète des modes d'extraction, des propriétés physiques, chimiques, physiologiques, de l'origine, du mode de formation, du métabolisme de la base elle-même, de ses sels, de ses dérivés, etc.

Des indications pratiques sur la technique des procédés de recherche et d'analyse, enfin une bibliographie divisée par chapitres, abondante et précise, et une table alphabétique des matières complètent ce volume de plus de 200 pages où se trouve résumé en un style sobre et clair tout ce que nous savons sur les corps basiques d'origine animale. Cette monographie est un élément indispensable de toute bibliothèque de Biochimie.

Dr L. Hugounenq,
Professeur à l'Université de Lyon.

3° Sciences naturelles

Wallace (A. Russel). — **Le Monde de la Vie.** Manifestation d'un pouvoir créateur, d'un esprit directeur et d'un but final. *Traduit de l'anglais par* Mme Barbey-Boissier. *Avant-propos de* M. C. de Candolle. — 1 *vol. in-8° de* 554 *pages avec* 110 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). *Editeurs* : *Kündig, à Genève, et Alcan, à Paris*, 1914.

Cet ouvrage est le dernier de l'éminent biologiste anglais, mort l'année dernière. Il résume et complète les cinquante années d'études de l'auteur sur la théorie darwinienne de l'évolution. Il prolonge dans plusieurs directions la portée et l'application de cette théorie, montrant qu'elle est capable d'expliquer plus d'un phénomène concernant les êtres animés.

Parmi ces derniers se place la distribution géographique détaillée des plantes et des animaux (ch. II à VI), où Wallace fait ressortir l'étroite dépendance qui existe sous ce rapport entre les deux règnes. Trois autres chapitres d'une grande importance (X à XII) sont consacrés à la revue générale des faits géologiques et à la discussion des problèmes variés qu'ils soulèvent. Au chapitre VIII, l'auteur a cherché à montrer comment la sélection naturelle travaille sans cesse à perfectionner la merveilleuse coadaptation des formes diverses de la vie, répandues dans toute la nature.

Au chapitre IX, il traite de certains phénomènes tirés de ce champ de travail encore peu exploré qu'il intitule les *signes de reconnaissance*. Outre l'usage naturel que leur nom désigne, l'auteur démontre leur haute importance — peut-être même leur nécessité absolue — dans la marche de l'évolution des espèces nouvelles. Il est parvenu, durant son enquête, à cette conclusion surprenante que la beauté et la variété des couleurs et des dessins chez l'insecte n'ont point été développées par ses propres perceptions visuelles, mais surtout — peut-être même exclusivement — par celles des animaux supérieurs.

Mais les préoccupations philosophiques et les tendances nettement spiritualistes de Wallace se retrouvent aussi dans son ouvrage. Après la discussion des sujets précédents et d'autres connexes, il entre dans l'examen critique des problèmes fondamentaux que son émule Darwin a exclus systématiquement de ses ouvrages : telles sont la nature et les causes de la vie.

Wallace cherche à montrer (ch. XIV) la nécessité absolue d'un principe vital organisateur et directeur, seul capable de produire les formes les plus complexes. Celles-ci impliquent, d'après lui, un *pouvoir créateur*, qui a formé la matière de façon à rendre possible ces merveilles; puis un *esprit ordonnateur*, indispensable à chaque étape de ce que nous nommons la croissance et qui nous paraît chose si naturelle et si simple qu'elle ne mérite aucune explication; enfin, un *but ultime*, par le fait de l'existence même de ce vaste monde de la vie, durant sa longue évolution à travers les incommensurables périodes géologiques. Ce but, seul capable d'éclairer les mystères de son mode d'évolution, serait le développement de l'homme, produit supérieur de toute l'évolution cosmique. Les arguments qu'apporte l'auteur à l'appui de sa thèse ne sont pas sans impressionner le lecteur.

Dans un dernier chapitre, l'auteur discute la nature, l'étendue et le but de la *souffrance*, comme étant une conséquence obligatoire de la loi de l'évolution. Cette étude lui permet de répondre à la question : La nature est-elle cruelle ? par une négation formelle.

La dernière œuvre de Wallace n'intéressera pas moins les naturalistes et le grand public que ses précédents ouvrages; aussi, faut-il remercier Mme Barbey-Boissier de l'avoir mise à la portée des lecteurs de langue française.

B. L.

4° Sciences médicales

Coustet (Ernest). — **Les rayons X et leurs applications.** — 1 *vol. in-8° avec planches et figures.* (*Prix* : 3 *fr.* 50). *Delagrave, éditeur, Paris*, 1914.

Les ouvrages traitant des applications médicales des rayons X sont nombreux. Mais tous sont écrits pour des médecins, tous sont destinés à instruire les spécialistes. Aussi leur lecture est-elle peu accessible au public, et le médecin non spécialisé lui-même trouve-t-il le plus souvent la tâche mal aisée quand il entreprend de les parcourir.

Le livre de M. E. Coustet me paraît s'adresser au public instruit et aussi aux praticiens non radiologues, et c'est pour cela qu'il comble une lacune sans se perdre dans le nombre des traités publiés au cours de ces dernières années. Très documenté sur les choses de la Physique, l'auteur a su exposer dans les trois premiers chapitres, d'une façon très élémentaire et accessible à tous, les notions relatives à la production et à la nature des rayons X. Un lecteur dépourvu de toute connaissance de physique médicale trouverait, dans cet aperçu clair et précis, tous les documents nécessaires pour compléter son éducation et l'amener à suivre les progrès actuels de la radiologie. L'auteur n'a pas craint de s'étendre dans un 4e chapitre sur les procédés de dosage employés par les spécialistes; il n'a pas tort de regretter que ces procédés soient trop nombreux et les unités employées trop diverses; aucun radiologue ne lui donnera de démenti.

Les trois chapitres suivants sont consacrés à l'étude des applications médicales des rayons X, mais ici l'auteur n'a nullement eu la prétention d'écrire un traité de radioscopie, de radiographie ni de radiothérapie; il a seulement voulu apprendre à ses lecteurs comment on pratique un examen à l'écran, comment on procède pour exécuter une radiographie, pour obtenir une projection orthogonale des organes, pour faire la stéréoscopie et même la cinéma-radiographie, et enfin quels sont les effets thérapeutiques et les dangers du rayonnement ainsi que les précautions dont on s'entoure aujourd'hui pour les appliquer.

Un dernier chapitre est consacré à un aperçu sur les corps radioactifs et la radioactivité. Là, comme dans les précédents, l'auteur expose beaucoup de choses en peu de mots et on peut lui être reconnaissant d'avoir su, dans un ouvrage de 108 pages à peine, dont une partie est consacrée à de grandes figures explicatives, donner à ses lecteurs à peu près tout ce qu'il est indispensable de connaître quand on n'est pas médecin radiologiste.

H. Guilleminot.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Octobre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Darboux** : Sur une proposition relative aux équations linéaires du second ordre à deux variables indépendantes. — M. P. **Duhem** démontre que le paradoxe hydrodynamique de d'Alembert, sous la forme générale que lui a donnée M. Cisotti, demeure vrai même si le fluide est partagé par des surfaces de discontinuité. — M. E. **Lebon** expose les principes d'une nouvelle table des diviseurs des nombres, qui donne rapidement les facteurs premiers d'un grand nombre, ou permet d'affirmer que celui-ci est premier. — M. J. **Comas Sola** a observé photographiquement le 17 octobre à Barcelone une comète qui paraît être celle découverte par M. Lunt au Cap, le 18 septembre. — M. A. **Angot** a noté, sur les sismographes du Parc Saint-Maur, dans la nuit du 3 au 4 octobre, un tremblement de terre très violent, dont l'épicentre a dû se trouver en Asie mineure, ce que les dépêches des journaux ont ensuite confirmé.

2° Sciences naturelles. — M. Ed. **Heckel** montre la possibilité d'obtenir, dans les pays à maïs, par la seule castration mâle qui ne compromet pas la récolte en graines, et qui constitue une opération simple et facile à réaliser, des tiges riches en sucre capables de servir en hiver à la nourriture du bétail qui en est très friand.

Séance du 27 Octobre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Darboux** : Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, et sur les suites de Laplace formées avec de telles équations. — M. **Coggia** communique ses observations de la comète Lund (1914 *d*) faites à l'Observatoire de Marseille. — M. B. **Berloty** adresse ses observations de l'éclipse partielle de Soleil du 21 août, faites à Ksara (Liban).

2° Sciences physiques. — M. André **Blondel** poursuit l'exposé de la théorie des alternateurs à enroulement inducteur distribué le long de l'entrefer.

Séance du 3 Novembre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. **Guéritot** décrit une méthode expérimentale de détermination des courbes métacentriques de l'aéroplane sur un modèle réduit; celles-ci permettent ensuite d'étudier graphiquement sa stabilité de vol. — M. D. **Eginitis** adresse ses observations de l'éclipse de Soleil du 21 août, faites à l'Observatoire d'Athènes.

2° Sciences physiques. — M. G. **Lippmann** rappelle le principe de la balance électromagnétique de Hughes, qui permet de déceler avec un téléphone le voisinage d'une masse métallique. Elle pourrait être employée à la recherche des projectiles de guerre; elle est plus sensible aux balles magnétiques qu'aux autres. — M. J. **Bougault** a constaté que la préparation des dioxytriazines aux dépens des semicarbazones des acides α-cétoniques se fait avec de meilleurs rendements à froid qu'à l'ébullition. L'oxydation des dioxytriazines par Na OBr montre que l'azote est attaché au carboxyle de l'acide α-cétonique. — M. G.-A. **Le Roy** : Sur l'imperméabilisation improvisée des vêtements militaires (voir p. 731).

3° Sciences naturelles. — M. M. **Baudouin** a reconnu, par des observations faites sur 70 à 80 squelettes d'adultes de l'âge de la Pierre polie, que la disparition du point d'ossification supérieur des métacarpiens et métatarsiens chez l'homme actuel est le résultat d'un très vigoureux coincement, au milieu des os du carpe et du tarse, des extrémités correspondantes des métacarpiens et métatarsiens. C'est un phénomène d'adaptation fonctionnelle. — M. A. **Lacroix** montre que les produits d'altération des roches silicatées alumineuses de Madagascar correspondent tout au plus aux produits de la partie supérieure de la « zone de départ » de la Guinée; les vraies latérites de la « zone de concrétion » ne se trouvent qu'exceptionnellement.

Séance du 9 Novembre 1914.

1° Sciences mathématiques. — A la suite d'une remarque de M. Em. **Picard** au sujet du paradoxe hydrodynamique de d'Alembert, M. P. **Duhem** rappelle que sa démonstration, comme celle de M. Cisotti, s'applique à un fluide en repos à l'infini. — M. B. **Globa-Mikhailenco** démontre qu'une masse fluide, partant du repos, ne peut jamais devenir un cylindre indéfini, car, avant d'arriver à une figure d'équilibre stable, elle est obligée de passer par une infinité de figures instables. — M. A. **Mesnager** décrit une méthode expéditive pour le calcul, au moyen d'une abaque, des voûtes paraboliques encastrées. — M. Ch. **Rabut** a étudié par la méthode de l'auscultation, en particulier sur le pont d'Eauplet, le problème de la déformation des arcs pourvus de tympans, et montre qu'ils subissent une fatigue beaucoup moins grande qu'on ne le supposait. — M. **Amans** montre que la forme de l'aile, la forme et l'élasticité spéciale des rémiges des oiseaux voiliers permet d'améliorer le rapport montée : traînée, indépendamment de toutes les théories du vol émises jusqu'ici. — M. H. **Bourget** adresse ses observations du passage de Mercure sur le Soleil le 6-7 novembre, faites à l'Observatoire de Marseille. — M. D. **Eginitis** communique ses observations de la comète Delavau, faites à l'Observatoire d'Athènes.

2° Sciences physiques. — M. F. **Garrigou** décrit un appareil simple permettant d'obtenir la notion du relief en radioscopie, et très pratique au point de vue des applications à la chirurgie. — M. **Balland** rappelle les règles imposées par l'Administration militaire à la fabrication des conserves de viande pour l'armée, et critique certains procédés plus expéditifs employés récemment.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Brachet** a reconnu que l'action de l'acide butyrique fait tomber l'obstacle à la fécondation créé par le sperme de *Sabellaria* sur les œufs d'oursin fécondés. La formation de la membrane de fécondation n'est qu'un phénomène accessoire de la fécondation. — M. Aug. **Lameere** a constaté que le mâle des Dicyémides n'est pas l'individu infusoriforme, comme on l'a cru jusqu'ici. Il est formé d'une unique cellule somatique qui est entièrement comparable à la cellule axiale de l'infusorigène, c'est-à-dire à l'unique cellule somatique de la femelle. Ces faits démontrent le parallélisme complet entre le cycle biologique des Dicyémides et des Orthonectides. — MM. **Caillaud** et **Corniglion** ont traité quatre cas de tétanos déclaré par la méthode de Baccelli (injections phéniquées), en lui adjoignant, dans deux cas très graves, des injections de lantol (rhodium colloïdal). Les quatre cas ainsi traités se sont terminés par la guérison. — MM. Ch. **Nicolle**, G. **Blanc** et E. **Conseil** ont reconnu que les poux nourris du sang d'animaux atteints de typhus exanthématique ne sont pas infectieux avant le huitième jour; ils le deviennent le neuvième et le dixième, ainsi que leurs déjections. Ils n'ont pas constaté de transmission héréditaire de l'infection chez le pou. M. A. **Laveran** rappelle à ce sujet que le

yphus exanthématique est, par excellence, une maladie des armées en campagne, et que la destruction systématique des poux chez les soldats s'impose comme une mesure urgente. — M. L. **Gentil** a étudié la structure du plateau d'Oulmès (Maroc central). Il est constitué par un massif granitique affleurant sur une surface elliptique, entouré par une série schisteuse et calcaire très puissante. Il appartient au faisceau de plis de la chaîne hercynienne signalé dans le pays Zaër.

Séance du 16 Novembre 1914.

1° Sciences mathématiques. — M. H. **Deslandres** communique les observations de l'éclipse totale de Soleil du 21 août faites à Strömsund, en Suède, par la mission de l'Observatoire de Meudon, composée de MM. Bosler, de Meudon, et Block, de Lund. Un des spectrographes montre une raie rouge nouvelle dans le spectre de la couronne. — M. **Courty** adresse ses observations du passage de Mercure sur le Soleil faites à l'Observatoire de Bordeaux le 7 novembre.

2° Sciences physiques. — M. **André Blondel** établit expérimentalement que : 1° il ne peut y avoir de f. é. m. induite dans un circuit, par un champ magnétique invariable, que si la déformation du circuit fait couper des lignes de force par une portion mobile de ce circuit; ce n'est pas le cas quand le fil conducteur se déplace tangentiellement à sa trajectoire; 2° il n'est pas équivalent que la ligne de fermeture d'un circuit se déplace dans un conducteur massif entre des contacts mobiles ou que le conducteur massif se déplace lui-même. Ces conclusions l'amènent à modifier l'énoncé général des lois de l'induction. — M. P. **Gaubert**, en perçant brusquement une plaque d'étain préparée par fusion entre deux plaques de verre, a observé la production de bandes mâclées, d'orientations différentes.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Chauveau** estime que l'implantation et la mise en culture du germe tuberculeux s'effectuent aussi sûrement dans les organismes vigoureux que dans les organismes débiles. Par contre, les ravages de l'infection sont généralement plus graves et moins facilement curables chez les sujets qu'une mauvaise hygiène condamne à vivre en état de misère physiologique. — M. H. **Colin** a constaté la présence simultanée et constante de saccharose et de sucre réducteur dans la souche des betteraves. Le saccharose peut se transformer, dans les tissus de la feuille, indépendamment de toute relation entre l'appareil foliaire et la souche. — M. P. **Hariot** signale la présence de quelques espèces nouvelles dans la flore marine de l'île de Tatihou et de Saint-Vaast-la-Hougue. — M. M. **Lugeon** montre, par l'identité des schistes dont elles sont formées (schistes de Casanna), que la nappe du Niesen n'est qu'une digitation frontale de la nappe du Grand-Saint-Bernard. — M. M. **Baudouin** a découvert un menhir resté debout sous une dune des côtes de la Vendée. Il est en quartz blanc de filon. A la base se trouvent des schistes à séricite (terrain primaire), puis une terre noirâtre argileuse, représentant un ancien sol (probablement néolithique), et enfin une dune ancienne peu importante, datant au moins de l'époque de la Pierre polie.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Novembre 1914.

L'Académie autorise MM. Ranque et Senez, de Marseille, à préparer et à débiter un vaccin antityphoïdique iodé, qui ne détermine que des réactions très légères.

M. **Demmler** préconise le traitement du tétanos par les doses élevées de chloral. On débute par une ou deux doses de 6 gr., puis on pousse les doses jusqu'à 20 et 25 gr. tant que l'hyperexcitabilité du système nerveux persiste, pour revenir ensuite plus ou moins rapidement à la dose normale.

Séance du 10 Novembre 1914.

M. **Lenglet**, directeur de l'Ecole de Médecine et maire de Reims, est élu Associé national.

M. E. **Quénu** présente un appareil pour le traitement des fractures de cuisse infectées par projectiles de guerre, réalisant à la fois : 1° l'immobilisation continue de la fracture; 2° le pansement facile et la surveillance des plaies; 3° le maintien de la réduction par l'extension continue. — M. le Dr **Walther** signale la fréquence relativement grande des lésions des nerfs des membres dans les blessures par projectiles de guerre. L'intervention, formellement indiquée dans tous les cas de lésions des troncs nerveux provoquant des douleurs vives, peut être faite même d'une façon précoce avant d'attendre la fin de la cicatrisation des plaies. Dans les cas de paralysie pure, sans phénomènes douloureux, s'il n'y a aucune amélioration sous l'influence du traitement médical, l'intervention peut être pratiquée dès que la cicatrisation des plaies est complètement achevée.

Séance du 17 Novembre 1914.

M. A. **Trillat** estime que les relations qui existent entre la transmission des épidémies par les germes de l'air et les phénomènes météorologiques découlent de la propriété que possèdent les germes de jouer le rôle de noyaux de condensation d'humidité et des propriétés des gouttelettes microbiennes. — M. G. **Bertrand** a analysé l'analgésique obtenu par action de la levure de bière sur la morphine et n'y a trouvé que du chlorhydrate de morphine. Etant donnés les bons effets de cet analgésique en obstétrique, M. Bertrand a fait injecter à des femmes en couches une solution de chlorhydrate de morphine pur à 3,24 °/₀ et a obtenu une analgésie profonde et sans danger, en particulier la suppression de la douleur inhérente à la contraction utérine. L'enfant est né très bleu, mais, dans chaque cas, il a pu être ranimé aisément. — MM. **Pauchet** et **Sourdat** préconisent l'emploi de la gaze au trioxyméthylène en chirurgie de guerre. Cette gaze, préparée à sec, est non seulement aseptique, mais stérilisante et fixatrice. Elle détruit les microbes et fixe les tissus superficiels. Elle donne aux plaies un aspect sec, jambonné, sans suintements, ni suppuration. Les auteurs estiment ce pansement comme le plus parfait qui existe actuellement pour les plaies de guerre.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 25 Juin 1914 (suite).

Sciences physiques. — M. H. **Richardson** : *L'excitation des rayons γ par les rayons β.* L'auteur a examiné la nature générale de la radiation excitée quand les rayons β et γ du radium B et du radium C tombent sur diverses substances. L'excitation des radiations caractéristiques est due surtout aux rayons β et non aux rayons γ. Il n'y a pas de preuve évidente que les rayons γ caractéristiques soient excités par les rayons γ pénétrants émis par le radium C. Le radium C, en plus du type pénétrant de radiation pour lequel $\mu = 0{,}115$, émet également une petite quantité de radiation γ douce, semblable à celle dont Rutherford et Richardson ont montré le rayonnement par le radium B et pour laquelle $\mu = 40$ dans l'aluminium. La quantité de radiation γ excitée par les rayons α du radium C est négligeable en comparaison de celle qu'excitent les rayons β. Lorsqu'on dépose du radium C sur diverses substances, une radiation douce est émise qui consiste dans la radiation caractéristique de la substance, excitée par les rayons β du radium C, avec la radiation douce émise par le radium C.

Le Gérant : A. Maretheux.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXV DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 NOVEMBRE 1914)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie.

Corbin (Paul). — A propos de la stéréo-autogrammétrie. 542, 621
Crozet (E.). — A propos de la stéréo-autogrammétrie. 621
Richard (J.). — Quelques objections astronomiques à l'hypothèse de Ritz 701
Une variable du type Lyre. 45
L'absorption de la gravitation. 90
Différence de longitude Paris-Bruxelles. 218
La variation des latitudes. 722
La photographie des Satellites de Mars. 673
Le clair de Terre sur la Lune 701
Influence de la température sur la collimation 701
La périodicité des taches solaires 341
La Voie lactée 766

Botanique et Agronomie.

Gain (Edmond). — Nombres index exprimant l'aléa de la production agricole en France 47
Rousset (H.). — Comment se forme le sucre dans la betterave. 288
L'éclairage pendant la nuit des plantes en état de croissance. 229
Le développement de la betterave à sucre pendant la vegétation. 704

Chimie.

Coustet (Ernest). — Photographie des couleurs sur papier. Le procédé par décoloration. 135
— L'Ozobromie 288
— Fixage des papiers photographiques. 731
Desmarets (M.). — Fabrication d'ammoniaque au moyen de combustibles 97
— L'action de l'eau sur le plomb. 177
Marchand (H). — Epuration du gaz par la chaleur. . 768
Matignon (Camille). — Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912. 4
Mellet (R.). — Le jaugeage des débits par voie chimique. 96
La mesure de la vitesse de réaction par le changement de volume en solution. 46
Mélanges colorés à l'état liquide seulement . . . 47
La théorie des solutions électrolytiques 66
Les membranes lipoïdes artificielles. 136
Sur une relation entre le pouvoir inducteur spécifique et les charges atomiques 177
L'utilisation rationnelle des vinasses par le procédé Effront 229
L'application du carbure de calcium à la formation des alliages. 783
Le Tungstène ductile 623
Le palmier nipa comme source commerciale de sucre. 674
Un nouveau procédé pour produire des colorations solides sur les fibres textiles. 703
L'imperméabilisation improvisée des vêtements militaires. 731

Distinctions et Solennités scientifiques.

Election à l'Académie des Sciences de Paris. 45
Le Concours Solvay (1910-1914). 621
Election d'un Secrétaire perpétuel à l'Académie des Sciences de Paris 781
Remise de la médaille Gaudry. 621
Election de M. Raymond Poincaré au rectorat de l'Université de Glasgow. 729

Electricité industrielle.

Gradenwitz (Alfred). — Nouveau perfectionnement de la télé-photographie Korn. 44
Marchand (H.). — Installations électriques du chemin de fer à courant continu à haute tension Butte-Anaconda 703
— Un nouvel oscillographe. 663
Sur un nouvel élément à gaz de grande capacité. . . 3
Le système Korn de télé-photographie sans fil 95
Bobines incombustibles. 219
Le train volant de M. Bachelet. 744
Le nouveau Bureau central des Téléphones de Dresde. 703
La Station radiotélégraphique transatlantique de Tuckerton 803

Enseignement.

La préparation des futurs professeurs de mathématiques des lycées 221

Géographie et Colonisation.

Clerget (Pierre). — La question des Nouvelles-Hébrides. 79
— La périodicité des crues glaciaires. 137
Parmentier (Georges). — Une nouvelle expédition polaire 625
Regelsberger (Gustave). — Les traversées du Grœnland : Rasmussen le capitaine Koch. 97
— Découverte de terres nouvelles dans l'Océan Glacial Arctique 424
— L'expédition du Dr Mawson dans l'Antarctique. . 783
— La route de mer d'Europe en Sibérie. 704
— Le voyage du Dr Montandon dans l'Ethiopie. . . 97
Roullet-Chéry (Lucien). — La croisière de la *Revue générale des Sciences* en Egypte et au Soudan anglais 93
— Une oasis d'Egypte : Khargeh. 504
Slousch (N.). — Les sources non-musulmanes et la science historique au Maroc. 290

Géologie et Paléontologie.

Desmarets (M.). — Les dégagements de grisou. . . . 424
Structure polygonale sur des roches gréseuses. . . . 704

29579

Mathématiques.

Les zéros de la fonction de Riemann. 173
Le problème de Monge 218

Mécanique et Génie civil.

Clerget (Pierre). — Le rendement du travail de l'ouvrier mineur 174
— La production métallurgique et minière aux Etats-Unis 285
Une nouvelle machine frigorifique. 464
Les moyens d'économiser le combustible 581
La reconstruction du canal de Kiel. 730
Signaux pour l'atterrissage de nuit des aéroplanes de guerre 767

Météorologie et Physique du Globe

Perrotin (H.). — Mesures des perturbations du champ magnétique terrestre au voisinage des dynamos. 174
— Relation entre les poussières volcaniques et les changements de climat 729
— Sur l'observation de la température du sol. . . 805
Les tremblements de terre en Chine. 5
L'ondographe. 581
Le régime des pluies en Indochine en 1913. 662

Minéralogie.

Origine radioactive de la couleur des zircons. 564

Nécrologie.

Chodat (R.). — Philippe van Tieghem (1839-1914). . . 661
Collet (Léon W.). — Sir John Murray (1841-1914) . . 461
Hegler (Paul). — H. Kronecker. 701
Le Chatelier (Henry). — G. Wyrouboff. 1
Regelsperger (Gustave). — Fernand Foureau. 133
— Emile Gentil 421
— Le capitaine Cortier. 765
Sauvage (E.). — Rudolph Diesel 45
Tassilly (E.). — Charles Lauth. 217
Armand Considère. 765
John Milne. 173

Physique.

Boutaric (A.). — Sur le problème de la relativité. . . 622
Croze (François). — Etudes nouvelles sur la constitution des spectres de lignes 702
Desmarets (M.). — Sifflet indicateur de grisou. . . . 135
L'analogue électrique de l'effet Zeeman 2
Les rayons δ 46
La liquéfaction et l'ébullition du charbon 46
Bolomètre utilisé suivant une méthode de zéro. . . . 137
L'ionisation de l'air en vase clos et la radiation pénétrante 175
Changement d'état solide-liquide à haute pression. . 218
Action du magnétisme sur la marche des chronomètres 285
Le principe de relativité. 286
Mesures absolues de l'énergie emmagasinée dans les matières phosphorescentes 422
Nouvelle machine électrostatique 422
L'effet longitudinal exercé par le champ électrique sur les lignes spectrales. 464
La décharge par lueurs dans les champs cylindriques sous la pression atmosphérique. 465
Phénomènes de décharge observés dans des ampoules en quartz. 502
Réflexion sélective produite par les solutions dans l'infra-rouge. 543
Conditions électriques pour le passage du spectre de l'arc au spectre de l'étincelle 543
Origine de l'ionisation produite par le carbone incandescent. 582
La détermination de l'intensité et de la dureté des rayons X 583
L'influence de certaines radiations et du champ alternatif sur la vitesse du son dans les gaz. 662
La résistance électrique du bore. 702
Sur la production de la décharge électrique en aigrette. 768
Théories corpusculaires de la lumière. 805

Sciences médicales.

L'hygiène et les poussières dans le Métropolitain de Paris 545
Comment se protéger contre le froid aux mains et aux pieds. 733
Sur certaines blessures graves par balles de fusil. . 769

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'homme et des animaux.

Blin (Henri). — Nouvelles recherches sur l'utilisation de l'avoine dans l'alimentation humaine, en particulier celle du soldat 731
La matière et la vie. 6
Le chien de Mannheim 178
Recherches relatives à l'air expiré. 289
Le vol de la mouche domestique. 424
Le travail et l'emploi respectifs de la main droite et de la main gauche. 465
Influence de l'ingestion d'une grande quantité d'eau sur la digestion. 625

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Anthropologie.

Huguet (J.). — Les races marocaines. 2-3

Astronomie, Géodésie et Météorologie.

Coblin (Paul). — La Stéréo-autogrammétrie. 223
Manley Bendall et Perrotin (H.). — Organisation et fonctionnement du Service météorologique des Etats-Unis. 113
Marguet (F.). — Les courbes de hauteur et leur emploi en Navigation et en Géodésie 704
Puiseux (H.). — Revue annuelle d'Astronomie 746

Botanique et Agronomie.

Becquerel (Paul). — La vie latente. Sa nature et ses conséquences pour certaines doctrines de la Biologie contemporaine. 559
Bernard (Noël). — Espèces et variétés. 506
Boudy. — Les forêts du Maroc. 350
Vries (Hugo de). — Sur l'origine des espèces dans les genres polymorphes. 187
Vuillemin (Paul). — Poisons et aliments des champignons 24
L'hydraulique agricole au Maroc 354

Chimie.

Baume (Georges). — Sur quelques applications de l'analyse thermique 252
Boutaric (A.) — Sur quelques conséquences physico-chimiques des mesures de viscosité. 427
Brunet (L.). — Les répercussions de la guerre sur la production et l'approvisionnement de certains métaux 777
Desmarets (M.). — Etat actuel de l'Industrie du gaz. 1re partie : Fabrication 105
— 2e partie : Récupération des sous-produits et épuration 138

MAILHE (Alph.). — Revue de Chimie organique 67
MATIGNON (Camille). — L'Industrie de l'Iode. Son histoire, son état actuel 511
RYDBERG (J.-R.). — Le système des éléments chimiques 734
SMITS (A.). — Nouvelle théorie du phénomène de l'Allotropie 191

Enseignement.

BIOCHE (Ch.). — La Conférence internationale de l'Enseignement mathématique. 466

Géographie et Colonisation.

ALLUAUD (Ch.) et JEANNEL (R.). — Le mont Kénya en Afrique orientale anglaise. 639
BESNARD (René). — Le lotissement de la ville nouvelle de Marrakech. 384
BOUDY. — Les forêts du Maroc. 350
CLERGET (Pierre). — Le commerce du Maroc 356
— Revue de Géographie économique 517
GAUDEFROY-DEMOMBYNES. — Les langues du Maroc. . . 301
GENTIL (Louis). — Les voies de communication au Maroc 336
— La recherche scientifique au Maroc 393
GIRARD (René). — Les capitaux français au Maroc . . 389
GRUVEL (A.). — L'Industrie de la pêche au Maroc. . . 347
HUGUET (J.). — Les races marocaines. 293
JACTEL (René). — Vieilles villes et cités modernes au Maroc. 379
LADREIT DE LACHARRIÈRE (J.). — L'action militaire de la France au Maroc 366
LANGLOIS (J.-P.). — Introduction aux articles sur le Maroc 292
LEGRAMPS (A.). — Safi. 385
MAURAN. — L'hygiène du Marocain. 306
MONOD (Ch.). — De l'élevage au Maroc. 341
NOIREL (H.). — Le Service géographique de l'Armée au Maroc. 371
NORDENSKJÖLD (Otto). — La vie sociale des Esquimaux. 742
PORCHÉ (Georges). — Le port de Tanger. 318, 328
REGELSPERGER (Gustave). — Une grande étude géographique : L'Atlas de la Société de Géographie de Finlande 669
RENAUD (J.). — La barre sur la côte atlantique du Maroc 309
VINCENT (H.). — La lutte contre la fièvre typhoïde au Maroc 365
ZUMBIEHL. — Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publique au Maroc. 362
Les ports du Maroc 314
Le port de Casablanca. 332
L'hydraulique agricole au Maroc. 354
L'organisation judiciaire au Maroc. 386

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

BIGOT (A.). — La session du XIIe Congrès géologique international au Canada. 479
CHAUTARD (Jean). — Le problème de l'origine des pétroles. 588
GLANGEAUD (Ph.). — Les plus jeunes volcans de la France. La chaîne des Puys. 30
TERMIER (Pierre). — Eduard Suess (1831-1914) 546

Mathématiques.

BIOCHE (Ch.). — La Conférence internationale de l'Enseignement mathématique. 467
LORENTZ (H.-A.). — Considérations élémentaires sur le principe de relativité 179
OCAGNE (M. d'). — Le rôle des Mathématiques dans les Sciences de l'Ingénieur. 469
STAECKEL (Paul). — La préparation mathématique des Ingénieurs dans les différents pays. 474

Mécanique et Génie civil.

CHAUMES (A. des). — Les funiculaires aériens pour voyageurs 144
LECORNU (L.). — Les rotations ultra-rapides 7
MAURAIN (Ch.). — Revue d'Aérotechnique expérimentale. 679
MONTESSUS (R. de). — La balistique du fusil de chasse. 585

Nécrologie.

TERMIER (Pierre). — Eduard Suess (1831-1914) 546

Physiologie.

BECHTEREW (W.) — Les systèmes biochimiques et leur rôle dans le développement de l'organisme . . . 770
STROHL (J.). — Revue générale de Physiologie des Invertébrés 595

Physique.

COTTON (A.). — La production des champs magnétiques et le projet du gros électro-aimant de l'Université de Paris 626, 665
COUSTET (Ernest). — La cinématographie en couleurs. 645
HOULLEVIGUE (L.). — Revue d'Optique. 440
WEISS (Pierre). — Le magnéton. 12

Sciences médicales.

ARTHUS (Maurice). — Les venins 99
MAURAN. — L'hygiène du Marocain 306
VINCENT (H.). — La lutte contre la fièvre typhoïde au Maroc 365
ZUMBIEHL. — Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publiques au Maroc 362

Statistique.

HUBER (M.). — La Statistique générale de la France. 552

Zoologie et Anatomie.

GRAVIER (Ch.). — Revue de Zoologie (Vers). 146
GRUVEL (A.). — L'industrie de la pêche au Maroc . . 347
— Les langoustes des côtes de Madagascar 711
LAGUESSE. — Revue d'Anatomie 259
MONOD (Th.). — De l'élevage au Maroc. 341
MULON (P.). — Les lipoïdes envisagés du point de vue histologique 61
ROULE (L.) — La biologie et la pêche du thon dans la Méditerranée occidentale 807
VALLAUX (Camille). — L'industrie des pêches dans la mer du Nord. 433
WEBER (A). — Revue d'Embryologie. 779

Revues générales.

CLERGET (Pierre). — Revue de Géographie économique. 517
GRAVIER (Ch.). — Revue de Zoologie (Vers) 149
HOULLEVIGUE (L.). — Revue d'Optique 440
LAGUESSE (E.). — Revue d'Anatomie 259
MAILHE (Alph.). — Revue de Chimie organique. . . . 67
MAURAIN (Ch.). — Revue d'Aérotechnique expérimentale. 679
PUISEUX (P.). — Revue annuelle d'Astronomie. . . . 746
STROHL (J.). — Revue générale de Physiologie des Invertébrés 595
WEBER (A.). — Revue d'Embryologie. 779

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

Adhémar (R. d'). — Leçons sur les principes de l'Analyse. T. II. 161
Aubert (P.) et Papelier (G.). — Exercices de Géométrie analytique. 793
Bioche (Ch.). — Histoire des Mathématiques. 718
Boutroux (Pierre). — Les principes de l'Analyse mathématique. Exposé historique et critique. . . . 527
Branford (R.). — Betrachtungen über mathematische Erziehung vom Kindergarten bis zur Universität. 448
Chatelet (A.). — Leçons sur la Théorie des Nombres. 792
Fehr (H.). — Compte rendu de la Conférence internationale de l'Enseignement mathématique. 815
Ghersi (I.). — Matematica dilettevole e curiosa. . . 687
Hilbert (D.). — Théorie des corps de nombres algébriques. 447
Knoblauch (J.). — Les bases de la Géométrie infinitésimale 203
Laboureur (M.). — Cours de Calcul algébrique, différentiel et intégral. 568
Mitzscherling (Arthur). — Le problème de la division du cercle. 406
Ser (J.). — Essai de Linéométrie. 274
Vaucher (Alphonse). — Théorie mathématique de l'échelle musicale. 718
Verneri (Joannis). — De triangulis sphaericis libri quatuor. De meteoroscopiis libri sex 161
Volterra (V.). — Leçons sur les fonctions de lignes. . 611
Weber (Heinrich). — Lehrbuch der Algebra. 274
Weyl (Hermann). — La notion de surface de Riemann. 119
Zoretti (L.). — Leçons de Mathématiques générales. 651

Mécanique générale et appliquée.

Contet (A.). — La question des moteurs sans soupapes. Le moteur Knight. 611
Cordier (Cᵗ F.). — Les machines à vapeur. 718
Crémieux (Maxime). — Les poudres de marine. . . . 752
Delassus (Et.). — Leçons sur la Dynamique des systèmes matériels 527
Descroix (L.). — Compte rendu du XLIIᵉ Congrès des délégués et ingénieurs de l'Union internationale des Associations de surveillance des chaudières à vapeur, tenu à Munich, du 26 au 28 juin 1912 . . 568
Edmond (M.). — Accessoires de coque. 793
Escard (J.). — Le travail mécanique de la pierre dans l'industrie. 815
Frick (P.). — Mécanique et Electricité industrielles. 274
De Gramont, duc de Guiche (Armand). — Essais d'Aérodynamique. 407, 751
Gros (Charles). — Echappements d'horloges et de montres. 31
Lecomte-Denis. — Comment on crée une mine. . . . 161
Lumet (G.). — Essais et réglage des moteurs. 568
Moritz (F.). — Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermodynamique. 793
Mouret (Ludovic). — Aide-mémoire de l'officier de la marine marchande. 119
Petit (F.-R.). — Les hydro-aéroplanes. 32
Preynat (André). — Traité pratique du moteur Gnome. 651
Sainturat (M.) et Petit (H.). — L'automobile à la portée de tout le monde. 688
Turin (André). — Les foyers de chaudières, leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes. 751

Astronomie, Géodésie et Météorologie.

Bakhuyzen (H.-G. van de Sande). — Comptes rendus des séances de la XVIIᵉ Conférence générale de l'Association géodésique internationale. 489
Butavand (H.). — Les lois empiriques du système solaire et les harmoniques tourbillonnaires. . . . 204
Moye (Marcel). — L'Astronomie. 80
Publications of the Dominion Observatory (Ottawa). 31
Relatorio do Observatorio Campos Rodrigues em Lourenço Marques. 407

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

Allen (S.) — Photoelectricity. 794
Bortkiewicz (L. de). — Die radioaktive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchungen 407
Carré (F.). — Initiation à la Physique. 119
Chéneveau (C.). — Les propriétés optiques des solutions. 449
Chwolson (O. D.). — Traité de Physique. Champ magnétique constant. Champ magnétique variable. 688
Guyau (Augustin). — Le téléphone, instrument de mesure. Oscillographie interférentielle. 753
Hughes (A.-H.). — Photoelectricity. 794
Kaye (G. W. C.). — X Rays 815
Lermoyez (Marcel). — Notions pratiques d'Electricité à l'usage des médecins. 32
Lorentz (H. A.), Einstein (A.) et Minkowski (H.). — Das Relativitätsprincip. 275
Marchis (L.). — Le froid industriel. 204
Ollivier (H.). — Cours de Physique générale, t. II. Thermodynamique et énergie rayonnante. . . . 32
Rosenstiehl (A.). — Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique, et harmonie des couleurs. 33
Schulz (E.). — Les maladies des machines électriques. 82
Thomson (Sir J. J.). — Rays of positive electricity and their application to chemical Analysis 719
Turpain (A.). — La lumière. 651
Walker (G. W.). — Modern Sismology 527
Wood (R. W.). — Optique physique. II. Etude des radiations 612
Zeeman (P.). — Researches in Magneto-Optics. 753
Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. 568

Chimie.

Ariès (lieutenant-colonel E.). — Les faux équilibres chimiques et la Thermodynamique classique . . 408
Barger (G.). — The simpler natural bases. 815
Bauer (Hugo). — L'état actuel de la synthèse des alcaloïdes végétaux. 569
Bertrand (G.) et Thomas (P.). — Guide pour les manipulations de Chimie biologique 408
Biringuccio (Vannoccio). — De la Pirotechnia 529
Bohm (Richard). — L'emploi des terres rares. Revue critique. 120
Chaplet (A.). — Les apprêts textiles. 795
Damour (Emilio), Carnot (Jean) et Rengade (Etienne). — Les sources de l'énergie calorifique 449
Desch (C. H.). — Intermetallic compounds 794
Dony-Hénault (O.), Gall (H.) et Guye (Ph.-A.). — Principes et applications de l'Electrochimie. . . 795
Ducloux (E. Herrero). — Los Estudios químicos en la Republica Argentina. 689
Effront (Jean). — Les catalyseurs biochimiques dans la vie et dans l'industrie 828
Ekecrantz (Thor). — Histoire de la Chimie 490
Erdmann (H.). — Traité de Chimie minérale. 82
Harden (A.). — Fermentation alcoolique. 754
Herçay. — Nettoyage, détachage, dégraissage, blanchissage, blanchiment. 408
Hoffmann (F.). — Les huiles essentielles. 689
Hubault (Paul). — Les coulisses de la fraude; comment on nous empoisonne 409
Istrati (C.) et Longinescu (G.). — Cours élémentaire de Chimie et de Minéralogie 204
Kempf (R.). — Table des combinaisons organiques les plus importantes, classées d'après leur point de fusion. 82
Le Chatelier (Henry). — La Silice et les Silicates . . 612
Ledebur (A.). — Les laboratoires sidérurgiques . . . 688
Maillard (L.-C.). — Genèse des matières protéiques et des matières humiques; actions de la glycérine et des sucres sur les acides α-aminés 120
Marginal (F.). — Les colles. 162
Montessus de Ballore (H. de). — La fabrication des celluloses de papeterie autres que celles de bois. 205

Noble (N.). — Fabrication de l'acier. 35
Roscoe (Sir H. E.) et Schorlemmer (C.). — A treatise on Chemistry. II. The metals 408
Roux (J.). — Les laboratoires industriels d'essais en Allemagne 276
Sabatier (Paul). — La catalyse en Chimie organique. 652
Solara (Al.). — Etude microscopique et chimique pour la différenciation des fibres végétales, laines, poils, duvets, soies naturelles et artificielles. 491
Tilden (Sir William A.). — Les progrès de la Chimie scientifique à notre époque. 753
Ullmann (F.). — Travaux pratiques de Chimie organique. 720
Urbain (G.) et Sénéchal (A.). — Introduction à la Chimie des complexes. Théorie et systématique de la Chimie des complexes minéraux 274
Vassart (Abbé). — Couleurs et colorants dans l'industrie textile. 120
Walker (J.). — Einführung in die physikalische Chemie 814
Werner (A.). — Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie 749
Weyl (Th.). — Les méthodes de la Chimie organique. I. Généralités. 684
Les classiques de la Science, v. 1 à 4. 719
Les progrès de la Chimie en 1912 162

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie.

Barrère (Henry). — Carte du Maroc. 402
Bernard (Augustin). — Le Maroc. 401
Besnard (René) et Aymard (Camille). — L'œuvre française au Maroc (avril 1912-décembre 1913) . . . 612
Dubois (Marcel) et Kergomard (J.-C.). — Cartes générales des cinq parties du monde. Afrique. . . . 402
Fallex (Maurice). — Maroc. 402
Gauthronet (E.). — Tanger. Son port, ses voies de pénétration. 403
Martin (Percy F.). — La Grèce nouvelle. 370
Martonne (Emm. de). — Traité de Géographie physique. Climat, hydrographie, relief du sol. Biogéographie. 720
Monchicourt (Ch.). — La région du haut Tell en Tunisie (le Kef, Teboursouk, Mactar, Thala) 276
Perret (Robert). — La géographie de Terre-Neuve. . 690
Philibert (Vice-Amiral). — Les opérations de la Marine au Maroc (1907-1908). 401
Reclus (Onésime). — Atlas de la plus grande France. 401
Sorre (Maximilien). — Les Pyrénées méditerranéennes; étude de géographie biologique. 529

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

Carpentier (Abbé A.). — Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. 491
Boule (Marcellin). — L'homme fossile de la Chapelle aux Saints 207
Chalon (Paul-F.). — Eaux souterraines. Recherche, captage et purification 83
Deprat (J.) et Mansuy (A.). — Etude géologique du Yunnan oriental 36
Dupouy (G.). — Etudes minéralogiques sur l'Indochine française 652
Escard (J.). — Les pierres précieuses. 796
Gignoux (Maurice). — Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. 265
Istrati (C.) et Longinescu (G.). — Cours élémentaire de chimie et de minéralogie. 204
Pelourde (F.). — Paléontologie végétale. Cryptogames cellulaires et cryptogames vasculaires. 623
Scrivenor (J.-B.). — La Géologie et l'Industrie minière du district de Kinta, dans les Etats Malais. . . 430

Botanique et Agronomie.

Coupin (H.). — Comment on collectionne les fleurs, les bêtes, les pierres. 795
Cramer (P.-J.-S.). — Gegevens over de variabiliteit van de in Nederlandsch Indie verbouwde Koffie-Sorten 479
Jacquot (A.). — Sylviculture. 690
Jumelle (Henri). — Les cultures coloniales. Plantes à sucre, café, cacao, thé, maté. 277
Jumelle (H.) et Perrier de la Bathie (H.). — Palmiers de Madagascar 451
Neveu-Lemaire (M.). — Parasitologie des plantes agricoles. 207
Pouget (L.), Léonardon (F.) et Chouchak (D.). — Agrologie du Sahel. I. Sahel d'Alger. 531
Rivière et Lecq. — Traité pratique d'Agriculture pour le nord de l'Afrique. 403
Sabachnikoff (Vladimir). — Contribution à l'étude des fumées et des poussières industrielles dans leurs rapports avec la végétation. 162
Wildeman (Em. de). — Etudes sur la flore du Katanga 754

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

Barbey (A.). — Traité d'Entomologie forestière . . . 3[illegible]
Bechterew (W.). — La Psychologie objective. . . . 613
Bonnet (Amédée). — Les problèmes de la détermination du sexe. 755
Bordas (Manoel). — Contribution à l'étude de la spermatogenèse dans la *Sagitta bipunctata*. . . 277
Brites (G.). — Investigaçois istologicas. 796
Cathelin (F.). — La circulation du liquide céphalo-rachidien, avec applications à la thérapeutique. 410
Caullery (Maurice). — Les problèmes de la sexualité. 691
Chaine (J.). — La Cécidomyie du Buis. 613
Cresson (André). — L'espèce et son serviteur. . . . 450
Delage (Y.) et Goldsmith (M.). — La Parthénogénèse naturelle et expérimentale. 792
Garin (Charles). — Recherches physiologiques sur la fixation et le mode de nutrition de quelques Nématodes parasites du tube digestif de l'homme et des animaux. 37
Houard (C.). — Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée. 769
Le Dantec (Félix). — Evolution individuelle et hérédité. 121
Maurel (Dr E.). — Essai sur l'alimentation dans les sports 721
Mayet (Lucien). — Le développement physique de l'enfant. Etude sommaire des principaux éléments de la croissance normale du corps de l'enfant. . 732
Neveu-Lemaire (M.). — Parasitologie des plantes agricoles 207
Piéron (Henri). — Le problème physiologique du sommeil 83
Roule (L.) — Traité de la pisciculture et des pêches. 370
Snethlage (Mlle E.). — Catalogo das Aves amazonicas. 747
Terroine (Emile). — La sécrétion pancréatique. . . . 37
Vayssière (A.) et Germain (L.). — Mollusques de la France et des régions voisines. 164
Wallace (A. R.). — Le monde de la vie. 816

4° SCIENCES MÉDICALES

Médecine.

Bonnier (Pierre). — L'action directe sur les centres nerveux. Centrothérapie. 691
Coustet (E.). — Les rayons X et leurs applications. . 816
Danne (J.), Giraud (P.), Coutard (H.) et Danne (G.). — Conférences de radiumbiologie faites à l'Université de Gand en 1913 755
Landouzy (L.). — Eléments d'Anatomie et de Physiologie médicales. 772
Rosenthal (Dr Werner). — Tierische Immunität. . . 614
Sergent (Emile). — Technique clinique médicale et Séméiologie élémentaires. 653

Hygiène et Thérapeutique.

Bataillier (A.) et Tresfont (E.). — Cours d'hygiène générale et industrielle. 37
Ehrlich (Paul). — Communications sur le salvarsan, troisième volume. 84

5° SCIENCES DIVERSES

Amar (Emile). — L'organisation de la propriété foncière au Maroc. Etude théorique et pratique. . . 405
Arin (Félix). — Le régime légal des mines dans l'Afrique du Nord. Tunisie, Algérie, Maroc. Textes et documents 406

Bourrey (G.). — Le problème de l'apprentissage et l'enseignement technique. 165
Cornubert (R.). — Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques. 277
Delbet (Pierre). — La science et la réalité. 122
Gaudefroy-Demombynes (M.) et Mercier (L.). — Manuel d'arabe marocain, avec introduction historique et géographique 404
Guilleminot (H.). — Les nouveaux horizons de la Science. T. I, II, III. 654
Holtz (Louis). — Traité de Législation marocaine. . 405
Lordier (Ch.). — Economie politique et statistique. . 797
Percin (Général). — Le Combat. 654
Taylor (F.-W.). — La direction des ateliers. 532
Zacon (L.). — Manuel pratique de prévention des accidents du travail. 721

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.

Séances des 15 et 22 décembre 1913 38
— 29 — — 83
— 5 janvier 1914 85
— 12 et 19 — — 124
— 26 — — 166
— 2 février — 166
— 9 et 16 — — 209
— 23 — — 278
— 2 mars — 278
— 9 — — 411
— 16 et 23 — — 412
— 30 — — 452
— 6 avril — 452
— 14 et 20 — — 494
— 27 — — 533
— 4 mai — 534
— 11 — — 573
— 18 — — 574
— 25 — — 615
— 2 juin — 616
— 8 — — 655
— 15 — — 656
— 22 — — 692
— 29 — — 693
— 6 juillet — 722
— 13 — — 723
— 20 — — 756
— 27 — — 757
— 3 août — 757
— 10, 17, 24, 31 — — 798
— 7, 14, 21, 28 septembre — 799
— 5 et 12 octobre — 800
— 19 et 26 — — 817
— 3 et 9 novembre — 817
— 16 — — 818

Académie de Médecine.

Séances des 16, 23, 30 décembre 1913 39
— 6 et 13 janvier 1914 125
— 20 — — 126
— 27 — — 167
— 3 février — 167
— 10 et 17 — — 211
— 24 — — 279
— 3 mars — 279
— 10 et 17 — — 413
— 31 — — 453
— 7 avril — 453
— 14 et 21 — — 495
— 28 — — 534
— 5 mai — 534
— 12, 19 et 26 — — 575
— 2 juin — 616
— 9 et 16 — — 657
— 23 et 30 — — 694
— 7 juillet — 694
— 21 et 28 — — 758
— 6, 13, 20, 27 octobre — 800
— 3, 10, 17 novembre — 818

Société de Biologie.

Séances des 13 et 20 décembre 1913 40
— 27 — — 86
Séances des 10 janvier 1914 87
— 17 et 24 — — 126
— 31 — — 168
— 7 et 14 février — 211
— 21 — — 279
— 28 — — 280
— 7 mars — 280
— 14 et 21 — — 414
— 28 — — 453
— 4 avril — 454
— 25 — — 535
— 2 mai — 535
— 9 — — 575
— 16 — — 576
— 23 — — 616
— 30 — — 617
— 6 et 13 juin — 658
— 20 — — 694
— 27 — — 695
— 4 juillet — 724
— 11 — — 725
— 18 — — 759
— 25 — — 800

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séances des 2 décembre 1913 40
— 6 janvier 1914 127
— 3 février — 212
— 3 mars — 415
— 21 avril — 536
— 5 mai — 576
— 7 juillet — 801

RÉUNION BIOLOGIQUE DE LILLE

Séances des 14 mars 1914 415
— 4 avril — 454
— 9 mai — 617
— 13 juin — 659
— 11 juillet — 725

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séances des 16 décembre 1913 40
— 20 janvier 1914 168
— 17 février — 281
— 17 mars — 415
— 21 avril — 576
— 19 mai — 617
— 16 juin — 695
— 10 juillet — 759

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séances des 8 décembre 1913 41
— 19 janvier 1914 212
— 17 février — 281
— 16 mars — 454
— 19 mai — 617
— 11 juillet — 801

Société française de Physique.

Séances des 5 décembre 1913 41
— 19 — — 87

Séances des 16 janvier 1914 108
— 6 février — 242
— 20 — — 281
— 6 mars — 415
— 20 — — 535
— 3 avril — 596
— 1er mai — 776
— 5 juin — 695
— 19 — — 725
— 3 juillet — 759

Société chimique de France.

Séances des 28 novembre 1913 41
— 12 et 26 décembre — 88
— 9 et 23 janvier 1914 169
— 13 février — 243
— — — 282
— 13 mars — 416
— 27 — — 445
— 24 avril 537
— 8 mai — 577
— 22 — 618
— 12 juin — 696
— 26 — 726
— 18 juillet — 761

Société Royale de Londres.

Séances des 13 et 20 novembre 1913 89
— 27 — — 127
— 4 et 11 décembre — 169
— 11 — — 213
— 22 et 29 janvier 1914 417
— 5 février — 456
— 12 — — 495
— 19 — — 496
— 26 — — 537
— 5 mars — 538
— 12 — — 577
— 26 — — 578
— 2 avril — 618
— 30 — — 659
— 7 mai — 697
— 14 et 21 — — 761
— 28 — — 801
— 11 juin — 802
— 25 — — 803, 818

Société de Physique de Londres.

Séances des 23 janvier 1914 244
— 13 février — 282
— 27 — — 418
— 13 mars — 418
— 27 — — 538
— 8 mai — 579
— 22 — — 619
— 12 juin — 697
— 20 — — 762
— 26 — — 803

Société de Chimie de Londres.

Communications reçues pendant les vacances. 42
Séances des 6 novembre 1913 89
— 20 — — 128
— 4 décembre — 170
— 18 — — 214
— 22 janvier 1914 282
— 5 février 418
— 19 — — 419
Séances des 5 mars 1914 557
— 19 — 497
— 26 — — 497
— 2 avril — 539
— 7 mai — 578, 698
— 21 — — 698
— 4 juin — 762
— 18 — — 803

Société anglaise de Chimie industrielle.

Communications diverses . 128, 129, 171, 283, 457, 458, 497, 579, 619, 698, 699, 727, 764

Académie des Sciences de Berlin.

Séances des 13, 20, 27 novembre 1913 41
— 11 décembre — 171, 458
— 22 janvier 1914 458
— 5 et 12 février — 497
— 26 mars — 619
— 2 et 16 avril 720
— 30 — — 777
— 14 mai — 727

Société allemande de Physique.

Mémoires présentés au Congrès des naturalistes et des médecins allemands, à Vienne (21-28 septembre) . . 43
Mémoires présentés en octobre 1913 90
— — novembre 1913 . . . . . 41, 129
— — décembre 1913 171
— janvier 1914 459
— — février 1914 . . . . . 459, 498
— — mars 1914 579
avril 1914 699
— mai 1914. 728

Académie des Sciences de Vienne.

Séances des 20 novembre 1913 91
— 4 décembre — 130
— 11 et 18 — — 172
— 8 et 22 janvier 1914 216
— 5 février — 283
— 12 — — 419
— 19 — — 420
— 5 mars — 460
— 12 — — 499
— 19 et 26 — — 620
— 7 mai — 699

Académie des Sciences d'Amsterdam.

Séances des 27 septembre 1913 43
— 25 octobre — 94
— 29 novembre — 130
— 27 décembre — 215
— 31 janvier 1914 284
— 28 février — 499
— 28 mars — 728
— 24 avril — 660, 700
— 30 mai — 763

Académie royale des Lincei.

Séances d' octobre 1913 132
novembre — 132
— décembre — 132
— janvier 1914 . . . . . 420, 460
— février — 420, 460

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXV DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES[1]

A

Académie. — Election à l'Académie des Sciences de Paris 45
— Election d'un Secrétaire perpétuel à l'Académie des Sciences de Paris. 581
Accidents. — Manuel pratique de prévention des accidents du travail. 721
Acier. — Fabrication de l'acier 35
Aérodynamique. — Essais d'Aérodynamique. . . 407, 751
Aéroplanes. — Signaux pour l'atterrissage de nuit des aéroplanes. 767
Aérotechnique. — Revue d'Aérotechnique expérimentale. **679**
Afrique. — Cartes générales des cinq parties du monde. Afrique. 402
— Traité pratique d'Agriculture pour le nord de l'Afrique 403
— Le régime légal des mines dans l'Afrique du Nord. Tunisie, Algérie, Maroc. Textes et documents . . 406
Agriculture. — Nombres-index exprimant l'aléa de la production agricole en France 47
— Traité pratique d'Agriculture pour le nord de l'Afrique 403
Air. — Recherches relatives à l'air expiré. 289
Alcaloïdes. — L'état actuel de la synthèse des alcaloïdes végétaux 569
Algèbre. — Lehrbuch der Algebra. 274
Alimentation. — Essai sur l'alimentation dans les sports 721
— Nouvelles recherches sur l'utilisation de l'avoine dans l'alimentation humaine, en particulier celle du soldat. 731
Alliages. — L'application du carbure de calcium à la formation des alliages. 583
Allotropie. — Nouvelle théorie du phénomène de l'allotropie **191**
— L'application de la théorie de l'allotropie aux équilibres électromoteurs 700
Ammoniaque. — Fabrication d'ammoniaque au moyen de combustibles 97
Analyse chimique. — Sur quelques applications de l'analyse thermique. 232
Analyse mathématique. — Leçons sur les principes de l'Analyse. T. II 161
— Les principes de l'Analyse mathématique. Exposé historique et critique 527
Analyseur. — Sur un analyseur elliptique à pénombre. 760
Anatomie. — Revue d'Anatomie. **259**
— Eléments d'Anatomie et de Physiologie médicales 572
Anhydride. — Conductibilité électrique de l'anhydride sulfureux liquide et de quelques autres liquides purs 415
Antarctique. — L'expédition du Dr Mawson dans l'Antarctique 583
Apprentissage. — Le problème de l'apprentissage et l'enseignement technique 165
Apprêt. — Les apprêts textiles 795
Arabe. — Manuel d'arabe marocain, avec introduction historique et géographique. 404
Arc. — Sur l'arc au mercure à courant alternatif . . 455
Astronomie. — L'Astronomie 80
— Revue annuelle d'Astronomie **746**
Ateliers. — La direction des ateliers 532
Atlas. — Atlas de la plus grande France 409
Automobile. — L'automobile à la portée de tout le monde 688

B

Balles. — Méthode pour la mesure de la pression produite dans la détonation des explosifs forts ou par le choc des balles 127
— Sur certaines blessures graves par balles de fusil. 769
Barre. — La barre sur la côte atlantique du Maroc. . **309**
Bases. — The simpler natural bases. 815
Betterave. — Comment se forme le sucre dans la betterave. 288
— Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation. 504
Biréfringence. — La biréfringence électrique du sulfure de carbone. 760
Bobines. — Bobines incombustibles 219
Bolomètre. — Bolomètre utilisé suivant une méthode de zéro 134
Bore. — La résistance électrique du bore 702
Bureau. — Travaux et mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. 568

C

Café. — Gegevens over de variabiliteit van de in Nederlandsch-Indie verbouwde Koffie-Soorten. . . 570
Calcul. — Cours de Calcul algébrique, différentiel et intégral. 568
Canada. — La session du XIIe Congrès géologique international au Canada **179**
Canal. — La reconstruction du canal de Kiel. 730
Carbonifère. — Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France. 491
Cartes. — Cartes générales des cinq parties du monde. Afrique. 402
Casablanca. — Le port de Casablanca. **332**
Catalyse. — La catalyse en Chimie organique. . . . 652
Catalyseurs. — Les catalyseurs biochimiques dans la vie et dans l'industrie 528
Cécidomyie. — La Cécydomyie du Buis. 613
Celluloses. — La fabrication des celluloses de papeterie autres que celles du bois 205
Centres. — L'action directe sur les centres nerveux. Centrothérapie 691
Cercle. — Le problème de la division du cercle. . . 406
Champ. — Mesure des perturbations du champ magnétique terrestre au voisinage des dynamos. . 174
— Contribution à la réalisation de champs magnétiques élevés 212
— La production des champs magnétiques et le projet du gros électro-aimant de l'Université de Paris **626**, **665**
Champignons. — Poisons et aliments des champignons. **21**
Charbon. — La liquéfaction et l'ébullition du charbon. 46
Chaudières. — Compte rendu du XLIIe Congrès des délégués et ingénieurs de l'Union internationale des associations de surveillance des chaudières à vapeur, tenu à Munich, du 26 au 28 juin 1912. 568
Chemin de fer. — Installations électriques du chemin de fer à courant continu à haute tension Butte-Anaconda. 503
Chien. — Le chien de Mannheim. 178

[1] Les **chiffres gras** reportent aux articles originaux.

CHIMIE. — Revue de Chimie organique. **67**
— Traité de Chimie minérale. 82
— Cours élémentaire de Chimie et de Minéralogie . 104
— Les progrès de la Chimie en 1912. 162
— A treatise on Chemistry. II. The metals 408
— Guide pour les manipulations de Chimie biologique. 408
— Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie 519
— Histoire de la Chimie. 590
— Los Estudios químicos en la Republica Argentina. 689
— Les méthodes de la Chimie organique 689
— Travaux pratiques de Chimie organique. 720
— Les progrès de la Chimie scientifique à notre époque 773
— Einführung in die physikalische Chemie. 815
CHINE. — Les tremblements de terre en Chine. . . . 5
CHOLINE. — Les éthers de la choline 416
CHRONOMÈTRES — Action du magnétisme sur la marche des chronomètres. 285
CINÉMATOGRAPHIE. — Cinématographie des cordes vocales chez l'homme. 88
— La cinématographie en couleur. . **615**
CLAIR. — Le clair de Terre sur la Lune. 301
CLASSIQUES. — Les classiques de la Science. I, II, III, IV 719
CLIMAT. — Relation entre les poussières volcaniques et les changements de climat. 729
COLLES. — Les colles 162
COLLIMATION. — Influence de la température sur la collimation. 301
COLORATION. — Un nouveau procédé pour produire des colorations solides sur les fibres textiles. . . 703
COMBAT. — Le combat. 654
COMBUSTIBLE. — Les moyens d'économiser le combustible 581
COMMERCE. — Le commerce du Maroc **356**
COMPLEXES. — Introduction à la chimie des complexes. Théorie et systématique de la chimie des complexes minéraux 275
CONCOURS. — Le concours Solvay (1910-1914). 721
CONDUCTIBILITÉ. — Conductibilité électrique de l'anhydride sulfureux liquide et de quelques autres liquides purs 415
— Influence de la température sur la conductibilité électrique des dissolutions étendues d'acide chlorhydrique. 576
CONDUCTION. — La conduction de l'électricité dans les métaux 149
CONFÉRENCE. — La Conférence internationale de l'Enseignement mathématique **166**
CONGRÈS. — La session du XIIe Congrès géologique international au Canada. **179**
COQUE. — Accessoires de Coque 793
CORDES VOCALES. — Cinématographie des cordes vocales chez l'homme. 88
CORPS. — Théorie des corps de nombres algébriques. 447
COUCHES. — Couches monomoléculaires ; nouveaux procédés d'observation 108
— Sur l'apparition et la disparition des globules dans une mince couche d'huile étendue d'eau. I. Apparition et disparition d'une buée 410
COULEUR. — Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique, et harmonie des couleurs 33
— Couleurs et colorants dans l'industrie textile. . . 120
COURBES. — Les courbes de hauteur et leur emploi en Navigation et en Géodésie **705**
CROISIÈRE. — La croisière de la *Revue générale des Sciences* en Egypte et au Soudan anglais 93
CROISSANCE. — L'éclairage pendant la nuit des plantes en état de croissance 220
— Le développement physique de l'enfant. Etude sommaire des principaux éléments de la croissance normale du corps de l'enfant. 652
CRUES. — La périodicité des crues glaciaires. 147
CUIVRE. — Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912. 4
CULTURES. — Les cultures coloniales. Plantes à sucre, café, cacao, thé, maté. 277

D

DÉCHARGE. — La décharge par lueurs dans les champs cylindriques sous la pression atmosphérique . . 465
— Phénomènes de décharge observés dans des ampoules en quartz. 562
— Sur la production de la décharge électrique en aigrette. 768
DICTIONNAIRE. — Dictionnaire allemand-français et français-allemand des termes et locutions scientifiques 273
DIGESTION. — Influence de l'ingestion d'une grande quantité d'eau sur la digestion 624
DYNAMIQUE. — Leçons sur la dynamique des systèmes matériels 527

E

EAUX. — Eaux souterraines. Recherche, captage et purification. 81
ECHAPPEMENTS. — Echappements d'horloges et de montres 31
ECHELLE. — Théorie mathématique de l'échelle musicale 715
ÉCLAIRAGE. — L'éclairage pendant la nuit des plantes en état de croissance. 220
ECONOMIE. — Economie politique et statistique . . . 797
EFFET. — L'analogue électrique de l'effet Zeeman. . . 2
ELECTRICITÉ. — Notions pratiques d'électricité à l'usage des médecins 62
ELECTROCHIMIE. — Principes et applications de l'Electrochimie. 711
ELÉMENT. — Sur un nouvel élément à gaz de grande capacité 51
— Les expériences internationales de Washington pour la détermination de la force électromotrice de l'élément Weston 51
— Le système des éléments chimiques. . . **731**
ELEVAGE. — De l'élevage au Maroc. **311**
EMBRYOLOGIE. — Revue d'Embryologie. **779**
ENERGIE. — Mesures absolues de l'énergie emmagasinée dans les matières phosphorescentes. . . . 722
— Les sources de l'énergie calorifique. 779
ENFANT. — Le développement physique de l'enfant. Etude sommaire des principaux éléments de la croissance normale du corps de l'enfant 652
ENSEIGNEMENT. — Le problème de l'apprentissage et l'Enseignement technique. 165
— La Conférence internationale de l'Enseignement mathématique **166**, 817
ENTOMOLOGIE. — Traité d'Entomologie forestière. . . 35
EQUILIBRES. — Les faux équilibres chimiques et la Thermodynamique classique. 498
ESPÈCES. — Sur l'origine des espèces dans les genres polymorphes **187**
— L'espèce et son serviteur (sexualité, moralité) . . 750
— Espèces et variétés **506**
ESQUIMAUX. — La vie sociale des Esquimaux **712**
ETAIN. — Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912. 4
ETALONS. — Etudes sur les étalons industriels à broches et calibres. 281
ETAT. — Changement d'état solide-liquide à haute pression 278
ETATS-UNIS. — Organisation et fonctionnement du Service météorologique des Etats-Unis **113**
— La production métallurgique et minière aux Etats-Unis 285
EVOLUTION. — Evolution individuelle et hérédité . . . 121
— Les systèmes biochimiques et leur rôle dans l'évolution **770**
EXPLOSIFS. — Méthode pour la mesure de la pression produite dans la détonation des explosifs forts ou par le choc des balles. 127

F

FER. — Propriétés magnétiques du fer soustrait au magnétisme terrestre 537
FERMENTATION. — Fermentation alcoolique 751
FIBRES. — Etude microscopique et chimique pour la différenciation des fibres végétales, laines, poils, duvets, soies naturelles et artificielles. 491
FINLANDE. — Une grande étude géographique. L'Atlas de la Société de Géographie de Finlande. **669**
FIXAGE. — Fixage des papiers photographiques. . 751
FLAMMES. — Contrib. à la spectroscopie des flammes. 129
FLEURS. — Comment on collectionne les fleurs, les bêtes, les pierres. 755
FLUOR. — Le fluor dans les eaux minérales. 696
FONCTION. — Les zéros de la fonction de Riemann. . 173
— Leçons sur les fonctions de lignes. 611

Forêts. — Les forêts du Maroc **350**
Foyers. — Les foyers de chaudières, leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes. 731
France. — Atlas de la plus grande France 409
— La Statistique générale de la France. **552**
Fraude. — Les coulisses de la fraude; comment on nous empoisonne 409
Froid. — Le froid industriel. 204
— Comment se protéger contre le froid aux mains et aux pieds? 733
Fumées. — Contribution à l'étude des fumées et des poussières industrielles dans leurs rapports avec la végétation 163
Funiculaires. — Les funiculaires aériens pour voyageurs. **144**
Fusil. — La balistique du fusil de chasse **585**

G

Gaz. — Etat actuel de l'industrie du gaz. 1re partie : Fabrication. **105**
— 2e partie : Récupération des sous-produits et épuration **138**
— Epuration du gaz par la chaleur. 768
Géodésie. — Comptes rendus des séances de la XVIIe Conférence générale de l'Association géodésique internationale. 189
Géographie. — Revue de Géographie économique. . . **517**
— Traité de Géographie physique. Climat, Hydrographie, Relief du sol, Biogéographie 720
Géométrie. — Les bases de la Géométrie infinitésimale. 203
— Exercices de Géométrie analytique 793
Gravitation. — L'absorption de la gravitation 95
Grèce. — La Grèce nouvelle. 570
Grisou. — Sifflet indicateur de grisou. 435
— Les dégagements de grisou 423
Groenland. — Les traversées du Groenland : Rasmussen, le capitaine Koch. 97

H

Hérédité. — Evolution individuelle et hérédité. . . . 121
Histologie. — Investigations histologiques. 796
Homme. — L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints. 207
— Le cerveau de l'homme primitif. 496
Huile. — Sur la phase d'équilibre des forces de rassemblement et des forces d'extension agissant sur l'huile déposée sur l'eau. I. Généralisation aux autres substances extensibles 536
— Les huiles essentielles. 689
Hydraéroplanes. — Les hydraéroplanes. 32
Hydraulique. — L'hydraulique agricole au Maroc. . . **354**
Hygiène. — Cours d'Hygiène générale et industrielle. 37
— L'hygiène du Marocain. **306**
Hypothèse. — Quelques objections astronomiques à l'hypothèse de Ritz 501

I

Immunité. — Tierische Immunität. 614
Imperméabilisation. — L'imperméabilisation improvisée des vêtements militaires. 731
Indochine. — Etudes minéralogiques sur l'Indochine française 652
Ingénieur. — Le rôle des Mathématiques dans les sciences de l'Ingénieur. **169**
— La préparation mathématique des ingénieurs dans les différents pays. **171**
Interrupteur. — L'interrupteur à mercure. 536
Invertébrés. — Revue générale de Physiologie des Invertébrés. **595**
Iode. — L'Industrie de l'iode **511**
Ion. — Diffusion des ions en milieux aqueux. 759
Ionisation. — L'ionisation de l'air en vase clos et la radiation pénétrante 175
— L'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'un certain nombre de sels neutres. 577
— Origine de l'ionisation produite par le carbone incandescent 382
Italie. — Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile 205

J

Jaugeage. — Le jaugeage des débits par voie chimique. 96

K

Katanga. — Etudes sur la flore du Katanga 734
Kénya. — Le mont Kénya, en Afrique orientale anglaise. **639**
Khargeh. — Un oasis d'Egypte 505
Kinta. — La Géologie et l'industrie minière du district de Kinta, dans les Etats malais 450

L

Laboratoires. — Les Laboratoires industriels d'essais en Allemagne. 276
— Les laboratoires sidérurgiques 688
Langoustes. — Les langoustes des côtes de Madagascar. **744**
Langues. — Les langues du Maroc. **301**
Latitudes. — La variation des latitudes 422
Législation. — Traité de législation marocaine. . . . 405
Lignes. — L'effet longitudinal exercé par le champ électrique sur les lignes spectrales 464
Linéométrie. — Essai de Linéométrie 274
Lipoïdes. — Les lipoïdes envisagés du point de vue histologique **61**
Liquéfaction. — Appareil Runge-Regnier pour la liquéfaction des gaz (air, oxygène, azote, etc.) 377
Liquide. — La circulation du liquide céphalo-rachidien, avec applications à la thérapeutique. 410
Longitude. — Différence de longitude Paris-Bruxelles. 218
Lumière. — La lumière 651
— Sur la propagation de la lumière dans les milieux actifs absorbants 726
— Théories corpusculaires de la lumière. 805
Lune. — Le « clair de Terre » sur la Lune 561
Lyre. — Une variable du type Lyre 47

M

Machines. — Les maladies des machines électriques. 82
— Nouvelle machine électrostatique 422
— Une nouvelle machine frigorifique 464
— Les machines à vapeur 718
Magnéton. — Le magnéton **12**
Magnéto-optique. — Researches in Magneto-Optics; with special reference to the magnetic resolution of spectrum lines 753
Main. — Le travail et l'emploi respectifs de la main droite et de la main gauche. 465
Marine. — Aide-mémoire de l'officier de la marine marchande 119
Maroc. — Les sources non musulmanes et la science historique au Maroc. 290
— Les races marocaines **293**
— Les langues du Maroc **301**
— L'hygiène du Marocain **306**
— La barre sur la côte atlantique du Maroc . . . **309**
— Les ports du Maroc. **314**
— Les voies de communication au Maroc. **336**
— De l'élevage au Maroc. **341**
— L'industrie de la pêche au Maroc **347**
— Les forêts du Maroc. **350**
— L'hydraulique agricole au Maroc **354**
— Le commerce du Maroc. **356**
— Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publiques au Maroc. **362**
— L'action militaire de la France au Maroc. **366**
— Le Service géographique de l'armée au Maroc. . **371**
— Vieilles villes et cités modernes au Maroc **379**
— L'organisation judiciaire au Maroc **386**
— Les capitaux français au Maroc **389**
— La recherche scientifique au Maroc **393**
— Les opérations de la marine au Maroc 401
— Le Maroc. 401
— Carte du Maroc. 402
— Maroc. 402
— L'organisation de la propriété foncière au Maroc. Etude théorique et pratique. 405
— L'œuvre française au Maroc (avril 1912 décembre 1913) 613
Marrakech. — Le lotissement de la ville nouvelle de Marrakech **381**
Mars. — La photographie des satellites de Mars . . . 463
Mathématiques. — La préparation des futurs professeurs de Mathématiques des lycées 221
— Betrachtungen über mathematische Erziehung vom Kindergarten bis zur Universität 748
— Le rôle des Mathématiques dans les sciences de l'Ingénieur **169**

— Leçons de Mathématiques générales . . . 651
— Matematica dilettevole e curiosa . . 687
— Histoire des Mathématiques. . . 718
Matière. — La matière et la vie . 6
— Genèse des matières protéiques et des matières humiques; actions de la glycérine et des sucres sur les acides à amines 120
Médaille. — Remise de la médaille Gaudry 621
Mélanges. — Mélanges colorés à l'état liquide seulement. 77
Membranes. — Les membranes lipoïdes artificielles. . 136
Mer. — L'industrie des pêches dans la mer du Nord. **133**
Métaux. — Croissance des grains des métaux 41
— Les répercussions de la guerre sur la production et l'approvisionnement de certains métaux. . . . **777**
— Intermetallic compounds 794
Météorologie. — Organisation et fonctionnement du Service météorologique des Etats-Unis. **113**
Métropolitain. — L'hygiène et les poussières dans le Métropolitain de Paris 545
Mine. — Comment on crée une mine 161
— Le régime légal des mines dans l'Afrique du Nord. Tunisie, Algérie, Maroc. Textes et documents . . 406
Minéralogie. — Cours élémentaire de Chimie et de Minéralogie. 207
Mineur. — Le rendement du travail de l'ouvrier mineur. 171
Mollusques. — Mollusques de la France et des régions voisines 167
Moteurs. — Essais et réglage des moteurs. 768
— La question des moteurs sans soupapes : Le moteur Knight. 611
— Traité pratique du moteur Gnome. 651
— Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermodynamique 793
Mouche. — Le vol de la mouche domestique. 424
Mouvement. — Etudes sur le mouvement brownien. I. Le mouvement brownien des spores de bactéries 417

N

Nématodes. — Recherches physiologiques sur la fixation et le mode de nutrition de quelques Nématodes parasites du tube digestif de l'homme et des animaux. 37
Nettoyage. — Nettoyage, détachage, dégraissage, blanchissage, blanchiment 408
Nipa. — Le palmier nipa comme source commerciale de sucre 664
Nombres. — Leçons sur la théorie des nombres . . . 792
Nouvelles-Hébrides. — La question des Nouvelles-Hébrides 49

O

Observatoire. — Publications of the Dominion Observatory Ottawa 31
— Relatorio do Observatorio Campos Rodrigues em Lourenço Marques 407
Océan. — Découverte de terres nouvelles dans l'Océan Glacial Arctique. 424
Oiseau. — Catalogue des oiseaux de l'Amazone. . . . 796
Ondographe. — L'Ondographe 581
Optique. — Revue d'Optique. **110**
— Optique physique. II. Etude des radiations . . . 612
Oscillographe. — Un nouvel oscillographe. 663
Ozobromie. — L'Ozobromie 288

P

Paléontologie. — Paléontologie végétale. Cryptogames cellulaires et cryptogames vasculaires. . . . 653
Palmiers. — Palmiers de Madagascar 731
Parasitologie. — Parasitologie des plantes agricoles. 207
Parthénogénèse. — La parthénogénèse naturelle et expérimentale. 492
Pêche. — L'industrie de la pêche au Maroc **317**
— L'industrie des pêches dans la mer du Nord . . . **133**
— Traité de la Pisciculture et des Pêches. 570
Peste. — Le virus de la peste des poules. 625
Pétroles. — Le problème de l'origine des pétroles . . **588**
Phosphorescence. — Mesures absolues de l'énergie emmagasinée dans les matières phosphorescentes. 422
Photo-électricité. — Photoelectricity. 794
Photographie. — Photographie des couleurs sur papier. Le procédé par décoloration 135
Physiologie. — Eléments d'Anatomie et de Physiologie médicales 772
— Revue générale de Physiologie des Invertébrés. . **595**
Physique. — Cours de Physique générale. II. Thermodynamique et énergie rayonnante 2
— Initiation à la Physique. 149
— Traité de Physique. I. Champ magnétique constant. II. Champ magnétique variable 688
Pierre. — Les Pierres précieuses 796
— Le travail mécanique de la pierre dans l'industrie. 815
Pisciculture. — Traité de la Pisciculture et des Pêches 570
Plomb. — Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912 4
— L'action de l'eau sur le plomb. 177
Pluie. — Le régime des pluies en Indochine en 1913. 662
Pôle. — Une nouvelle expédition polaire. 625
Ports. — Les ports du Maroc. **311**
— Le port de Tanger. **318**, **328**
— Le port de Casablanca. **333**
Poudres. — Les poudres de marine 752
Poussières. — Contribution à l'étude des fumées et des poussières industrielles dans leurs rapports avec la végétation. 163
— L'hygiène et les poussières dans le Métropolitain de Paris. 545
Pouvoir. — Sur une relation entre le pouvoir inducteur spécifique et les charges atomiques 177
Prisme. — Le prisme à faces courbes et ses applications. 281
Problème. — Le problème de Monge. 218
Psychologie. — La Psychologie objective 613
Puys. — Les plus jeunes volcans de la France : La Chaîne des Puys. **50**
Pyrénées. — Les Pyrénées méditerranéennes; étude de géographie biologique 529
Pyrotechnie. — De la Pirotechnia 529

R

Races. — Les races marocaines. **293**
Radiation. — L'ionisation de l'air en vase clos et la radiation pénétrante. 175
— La radiation naturelle d'un gaz 418
— La production d'une radiation de Rœntgen très douce par le choc des rayons cathodiques positifs et lents. 762
Radiumbiologie. — Conférences de Radiumbiologie faites à l'Université de Gand en 1913. 775
Raies. — L'atome de sodium peut-il vibrer en n'émettant qu'une seule des raies D. 695
— Rays of positive electricity and their application to chemical analysis 710
Rayons. — Les rayons β. 46
— La réflexion des rayons calorifiques à grandes longueurs d'onde sur les surfaces rugueuses et les réseaux 759
— Quelques remarques relatives aux spectres de rayons X. 759
— Contribution à nos connaissances des rayons résiduels à grandes longueurs d'onde 497
— La détermination de l'intensité et de la dureté des rayons X. 783
— Analyse spectrale des rayons secondaires des rayons de Rontgen 696
— Dispersion des rayons ultra-violets par les corps organiques 725
— X Rays 815
— Les rayons X et leurs applications. 816
Rayonnement. — Sur le rayonnement des gaz. 150
— Die radioaktive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchungen. . . 407
Réflexion. — Réflexion sélective produite par les solutions dans l'infra-rouge. 573
Réfraction. — Sur les indices de réfraction des mélanges gazeux. 150
Relativité. — Considérations élémentaires sur le principe de la relativité. **179**
— Das Relativitätsprincip. 279
— Le principe de relativité. 285
— Sur le problème de la relativité. 622
Résistance. — Application de la double réfraction du verre à l'étude de la résistance des matériaux de construction. 87
Résonance. — L'intensité de la résonance superficielle de la vapeur de sodium. 556
Revue. — Revue de Chimie organique. **67**

— Revue de Zoologie (Vers) **149**
— Revue d'Anatomie **259**
— Revue d'Optique **140**
— Revue de Géographie économique **547**
— Revue générale de Physiologie des Invertébrés . . **595**
— Revue d'Aérotechnique expérimentale **679**
— Revue annuelle d'Astronomie **746**
— Revue d'Embryologie **779**
Roches. — Structure polygonale sur des roches gréseuses 704
Rotations. — Les rotations ultra-rapides **7**

S

Safi. — Safi **385**
Sahel. — Agrologie du Sahel. I. Sahel d'Alger 531
Salvarsan. — Communications sur le salvarsan . . . 84
Santé. — Le fonctionnement du Service de la Santé et de l'Assistance publiques au Maroc **362**
Science. — La science et la réalité 122
— Les nouveaux horizons de la Science, t. I, II, III. 654
Sécrétion. — La sécrétion pancréatique 37
Service. — Le Service géographique de l'Armée au Maroc **371**
Sexe. — Les problèmes de la détermination du sexe. 735
Sexualité. — Les problèmes de la sexualité 691
Sibérie. — La route de mer d'Europe en Sibérie . . . 704
Sicile. — Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile . . . 205
Silice. — La Silice et les Silicates 612
Sismologie. — Modern Sismology 527
Sol. — Sur l'observation de la température du sol . . 805
Solutions. — La théorie des solutions électrolytiques. 96
— Les propriétés optiques des solutions 449
— Dispersion des solutions salines aqueuses 759
— Réflexion sélective produite par les solutions dans l'infra-rouge 543
Sommeil. — Le problème physiologique du sommeil. 82
Son. — L'influence de certaines radiations et du champ alternatif sur la vitesse du son dans les gaz 662
Spectre. — Conditions électriques pour le passage du spectre de l'arc au spectre de l'étincelle 543
— Les lignes de séries dans les spectres d'étincelles. 618
— Études nouvelles sur la constitution des spectres de lignes 702
— Les spectres d'étincelle et le spectre d'absorption de l'oxygène dans l'ultra-violet extrême . . 760
Spermatogenèse. — Contribution à l'étude de la spermatogenèse dans le *Sagitta bipunctata* 277
Statistique. — La Statistique générale de la France. **553**
Stéréoautogrammétrie. — La stéréoautogrammétrie. **223**
— A propos de la stéréoautogrammétrie. 463, 541, 621
Sucre. — Comment se forme le sucre dans la betterave 288
Surface. — La notion de surface de Riemann 119
Susceptibilité. — Recherches magnétiques. XII. La susceptibilité magnétique de l'oxygène solide dans deux états 499
— XIII. — La susceptibilité magnétique de mélanges liquides d'oxygène et d'azote et l'influence de la distance des molécules sur le paramagnétisme. 499
Sylviculture. — La sylviculture 690
Système. — Les lois empiriques du système solaire et les harmoniques tourbillonnaires 204

T

Table. — Table des combinaisons organiques les plus importantes, classées d'après leur point de fusion. 82
Taches. — La périodicité des taches solaires 541
Tanger. — Le port de Tanger **318**, **328**
— Tanger. Son port, ses voies de pénétration . . . 403
Technique. — Technique clinique médicale et séméiologie élémentaires 653
Télégraphie. — La Station de T. s. f. transatlantique de Tuckerton 806
Téléphone. — Le nouveau bureau central des téléphones de Dresde 703
— Le téléphone, instrument de mesure. Oscillographie interférentielle 753
Téléphotographie. — Le système Korn de téléphotographie sans fil 95
— Nouveau perfectionnement de la téléphotographie Korn 544
Terres. — L'emploi des terres rares 120
Terre-Neuve. — La géographie de Terre-Neuve . . . 690
Thermodynamique. — Les faux équilibres chimiques et la Thermodynamique classique 408
— Au sujet de la thermodynamique des systèmes condensés 458
Thon. — La biologie et la pêche du thon dans la Méditerranée occidentale **808**
Train. — Le train volant de M. Bichelet 544
Tremblements de terre. — Les tremblements de terre en Chine 5
Triangle. — De triangulis sphaericis libri quatuor. De meteoroscopiis libri sex 161
Tungstène. — Le tungstène ductile 623
Tunisie. — La région du Haut-Tell en Tunisie (Le Kef, Teboursouk, Mactar, Thala) 276

U

Université. — Election de M. Raymond Poincaré au rectorat de l'Université de Glasgow 729

V

Vapeur. — L'intensité de la résonance superficielle de la vapeur de sodium 576
Variable. — Une variable du type Lyre 55
Variétés. — Espèces et variétés **506**
Venins. — Les venins **99**
Vers. — Revue de Zoologie (Vers) **149**
Vie. — La matière et la vie 6
— La vie latente. Sa nature et ses conséquences pour certaines doctrines de la biologie contemporaine **559**
— Le monde de la vie 816
Vinasse. — L'utilisation rationnelle des vinasses par le procédé Effront 220
Viscosité. — Sur quelques conséquences physico-chimiques des mesures de viscosité **125**
Vitesse. — La mesure de la vitesse de réaction par le changement de volume en solution 16
Voie lactée. — La Voie lactée 766
Volcans. — Les plus jeunes volcans de la France : La chaîne des Puys **50**

Y

Yunnan. — Etude géologique du Yunnan oriental . . 30

Z

Zinc. — Production et consommation du cuivre, du zinc, du plomb et de l'étain en 1912 4
Zircons. — Origine radioactive de la couleur des zircons 504
Zoocécidies. — Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée 409
Zoologie. — Revue de Zoologie (Vers) **149**

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abelous (J.-E.), 454, 617, 657, 658, 692.
Abonnenc, 722.
Aboulenc (Jean), 213, 278.
Abraham (H.), 722.
Abrami (P.), 40, 724.
Achard (Ch.), 158, 212, 279, 758.
Acqua (C.), 132.
Adhémar (R. d'), 161, 527.
Agostino (E. d'), 132.
Aguilhon (H.), 38, 88, 125, 167, 282.
Alezais (H.), 40, 576.
Allen (E.-S.), 132.
Allen (S.), 794.
Allievi (L.), 132.
Allmand (A.-J.), 763.
Alluaud (Ch.), **639** à **644**.
Almansi (E.), 132.
Amadori (M.), 132.
Amar (E.), 405.
Amar (J.), 209.
Amoroso (L.), 132.
Ancel (P.), 126, 168.
Andouard (P.), 40.
Andoyer (H.), 166.
Andrade (E. N. da C.), 697.
Andrade (Jules), 32, 209.
André (G.), 615, 657.
Andreoli (G.), 420.
André-Thomas, 617.
Andrew (G.-W.), 418.
Angelesco, 656.
Anghelutza (Th.), 165, 757.
Angot (A.), 85, 817.
Appell (P.), 209, 407, 656, 751, 799.
Appleyard (R.), 539.
Arabu (N.), 575.
Ardero (Ed.), 727.
Argaud (R.), 124, 658, 695.
Ariens Kappers (C. U.), 540.
Ariès (A.), 210, 408.
Arin (Félix), 406.
Arisz (L.), 92.
Arisz (W.-H.), 44.
Ark (H.), 539.
Arlo (J.), 40, 280, [illegible]
Arloing (F.), 280, [illegible]
Armagnat (H.), 753.
Armellini (G.), 166, 411, 616.
Armstrong (H. E.), 538, 802.
Arnaud (Ch.), 124.
Arsimoles (L.), 758.
Arthus (Maurice), **99** à **105**, 413, 724, 800.
Artini (E.), 460.
Ashcroft (L.-S.), 801.
Aston (F.-W.), 213, 762.
Astruc (A.), 413, 756, 757.
Aten (A.-H.-W.), 700.
Atkins (W.-R. G.), 128.
Atkinson (H.-M.), 497.
Aubel (E.), 616.
Aubert (P.), 793.
Aubry (A.), 86, 125, 414.
Auché (B.), 40.
Auger (V.), 452, 495.
Ausset (E.), 126.
Autonne (Léon), 161.
Aviraguet (E.-G.), 575.
Aymard (Camille), 613.
Aynaud (M.), 415.
Azambuja (L.d'), 125.
Azéma, 209.

B

Babes (V.), 126.
Babinski, 168.
Bachalard, 798.
Backer (H.-J.), 284.
Backlund (R.-J.), 693.
Backman (E.-L.), 454.
Baglioni (S.), 132.
Bahr (Mlle E. von), 91, 172.
Baillaud (B.), 798.
Baillaud (J.), 656.
Baillaud (R.), 534.
Baillehache (R. de), 416.
Bain (Mlle A.-M.), 128.
Baker (A.), 457.
Baker (H.-B.), 128, 419.
Baker (J.-L.), 578.
Balard (P.), 212, 415, 801.
Baldit (A.), 615.
Balland (J.), 125, 494, 817.
Ballif (L.), 615.
Ballock (W.-E.), 89.
Balss (H.), 620.
Balteanu (I.), 575.
Balthazard (V.), 491.
Bamberger (M.), 216.
Bancelin (J.), 412.
Barbey (A.), 35.
Barbier (Ph.), 616.
Barbieri (N.), 761, 798.
Barbosa (J.-M.), 798.
Barcroft (J.), 456.
Bardet (J.), 534.
Bardier (E.), 87, 126, 168, 695.
Barendrecht (H.-P.), 698.
Barger (G.), 282, 815.
Barratt (T.), 619, 803.
Barre (M.), 210.
Barrère (Henry), 402.
Barrett (F.-L.), 43.
Barriol (A.), 797.
Barritt (N.-W.), 458.
Barrow (F.), 497.
Bartel (K.), 692.
Barthe de Sandfort, 495.
Basch (A.), 620.
Basseches (S.), 414.
Bassett (H.-L.), 417.
Batailler (A.), 37.
Bataillon (E.), 493, 692, 7 3.
Baticle (E.), 412.
Battelli (F.), 454, 725.
Battez (G.), 454.
Baud (E.), 279.
Baudouin (M.), 817, 818.
Bauer (E.), 413, 415, 494, 655.
Bauer (Hugo), 569.
Bauer (M.), 724.
Baume (G.), **252** à **258**, 533, 795.
Baxter (R.-R.), 90.
Bayer (J.), 460.
Bayeux (R.), 85, 87, 452, 615.
Bazy (P.), 694.
Beadle (C.), 764.
Beauchamp (P. de), 574.
Beauvais (C.), 722.
Beauverie (J.), 281, 412, 533.
Beauvy (A.), 756.
Bechterew (W.), 613, **770** à **777**.
Becke (F.), 533.
Beckett (E.-G.), 698.
Becquerel (Paul), **559** à **567**.
Bedreag (C.-G.), 723.
Beeger (N.-G.-W.-H.), 763.
Beesley (R.-M.), 170, 457.
Béguet (M.), 658, 695.
Béhal (A.), 282, 689.
Beilby (G. T.), 496.
Bel (Alf.), 405.
Belin (M.), 452, 453.
Bellet (E.), 210.
Bellocq-Iragne (Mme), 279.
Bellucci (I.), 132.
Belot (Em.), 38, 278, 723.
Belt (N. M.), 215.
Bénard (H.), 576.
Bénard (R.), 724.
Benech (J.), 281.
Bénévent (E.), 411.
Benjamins (C.-E.), 500.
Bennett (G.-M.), 496.
Benoist (L.), 278, 411, 412, 413, 537.
Benson (P.), 215.
Berger (E.), 615, 656.
Bergeron (A.), 495.
Berget (A.), 674.
Bergonié (J.), 452, 494.
Bernard (Auguste), 401.
Bernard (Noël), **506** à **510**.
Bernier (R.), 454.
Bernstein (G.), 575.
Bernstein (S.), 209, 655.
Berthelot (Alb.), 87, 126.
Berthelot (D.), 125, 656.
Bertin (L.-E.), 494, 616.
Bertrand (D.-M.), 281, 617, 658.
Bertrand (G.), 38, 88, 125, 282, 408, 533, 574, 618, 657, 726, 798, 818.
Bertrand (L.), 167, 495, 575.
Bertrand (P.), 411, 492.
Besnard (René), **384**, 613.
Besredka (A.), 168, 211, 535, 614.
Beth (H.-J.-E.), 499.
Betim Paes Leme (A.), 209.
Bettencourt (N.), 694.
Beyerinck (M.-W.), 92.
Bezançon (F.), 39, 575.
Bézier (T.), 694.
Bezssonoff (N.), 495, 798.
Bianchi (L.), 420.
Bidault (C.), 414.
Bidet (F.), 413.
Bielecki (J.), 278, 413, 453, 494.
Bierry (H.), 86, 166, 210, 212, 576, 657, 694, 759.
Bigot (A.), 39, **179** à **188**.
Bigourdan (G.) 166, 693, 798, 799.
Bilimovitch (A.), 494.
Billard (G.), 454, 658.
Billy (M.), 278, 761.
Binet (L.), 454.
Bioche (Ch.), **166** à **169**, 718, 793.
Biot (R.), 280, 453, 725.
Biringuccio (Vannoccio), 529.
Birkeland (Kr.), 756, 798, 799.
Biscons, 414.
Bissett (C.-C.), 42, 419, 497, 539.
Bith (H.), 126.
Blaauw (A.-H.), 216.
Blaise (E.-E.), 39, 210, 411, 655.
Blanc (A.), 615.
Blanc (G.), 657, 801, 817.
Blanchard (R.), 39, 575, 758.
Blanchet (A.), 413.
Blaschke (W.), 412, 533.
Blaringhem (L.), 39, 85, 167, 280, 617.
Blayac (J.), 39, 693.
Blin (Henri), 733.
Bloc (R.), 534, 693.

[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux.
Les **chiffres gras** reportent à ces articles.

Bloch (Mme E.), 656.
Bloch (Eugène), 275, 408, 412, 533, 574, 719, 760, 794.
Bloch (Léon), 412, 533, 574, 760.
Bloch (M.), 279.
Blondel (André), 210, 279, 655, 695, 796, 800, 817, 818.
Blumenfeld (J.), 757, 798.
Boas (H.), 91.
Boccardi (J.), 209.
Bodaren (E.), 132.
Bodroux (F.), 39.
Boeckel (J.), 575.
Boeke (J.), 131.
Boer (S. de), 500.
Böeseken (J.), 92, 216, 500, 540.
Boez (L.), 617.
Bogitch (B.), 723.
Bohm (C. Richard), 120.
Bohr (H.), 124, 693.
Bois (H. du), 764.
Bokhorst (S.-C.), 540.
Bokkel Hinnink (A. ten), 694.
Bolk (L.), 216.
Boll (M.), 86.
Bompiani (E.), 420.
Bonazzi (O.), 580.
Bone (W.-A.), 762.
Bongrand (J.-Ch.), 494, 537.
Bonnefon, 41, 694, 801.
Bonnerot (S.), 453.
Bonnet (Amédée), 755.
Bonnier (G.), 209.
Bonnier (P.), 86, 87, 211, 691.
Boquet (A.), 280.
Borias (L.), 693.
Bordas (Manoel), 277.
Bordet (Dr), 211.
Bordet (E.), 658.
Borel (Em.), 85, 212.
Borel (P.), 280.
Borrel (A.), 534, 535, 658.
Borrelly, 38.
Borrien, 659.
Bortkiewicz (L. de), 407.
Bottazzi (F.), 132.
Bouchet (L.), 615, 799.
Bouchet (P.), 758.
Boudy, **350** à **354**.
Bougault (J.), 42, 88, 574, 577, 658, 722, 724, 817.
Bouin (P.), 126, 168.
Boulanger (A.), 527.
Boule (Marcelin), 207.
Boulet (L.), 415, 454, 725.
Bouligand (G.), 611.
Bouligume (B.), 166, 655.
Boulin (P.), 37, 721.
Boulois (A.), 659.
Boulouch (R.), 722, 757.
Bourcier (F.), 692.
Bourgeois (H.), 495.
Bourget (H.), 412, 453, 534, 798, 817.
Bourguignon (G.), 280.
Bourion (F.), 85.
Bourmigault, 126.
Bourquelot (Em.), 86, 125, 167, 413, 453, 533, 573, 724, 800.
Bourrey (G.), 165.
Bourrières (F.), 38.
Bousfield (R.-W.), 214, 496, 698.
Boussac (J.), 207.
Boussinesq (J.), 656, 692, 758, 798, 799.
Boutaric (A.), 210, 278, **125** à **133**, 616, 623
Bouthillon (L.), 616.
Boutroux (Pierre), 527.
Bouttier (H.), 575.
Bouvier (E.-L.), 616.
Bouvier (M.), 39.
Bouzat (A.), 86.
Bovini (F.), 132.
Bower (W.-R.), 579.
Boyle (Mlle M.), 698.
Brachet (A.), 817.
Brady (O.-L.), 457, 803.
Bragg (W.-H.), 127, 417.
Bragg (W.-L.), 127.
Braggio (Mlle M.), 132.
Branas (G.), 722.
Branford (R.), 448.
Brault (I.), 124, 725.
Brazier (S.-A.), 43.
Brell (H.), 43, 728.
Brenans (P.), 88, 411, 417.
Bresson (H.), 453.
Breton (M.), 126, 725.
Briault (P.), 454.
Bricard (R.), 124.
Bridel (M.), 125, 167, 413, 533.
Brillouin (L.), 573, 722.
Brinsley (F.), 762.
Briot (A.), 168, 694.
Briscoe (H.-V.-A.), 457.
Brissaud (Et.), 40, 724.
Brites (G.), 796.
Broca (André), 33, 120.
Brochet (A.), 573, 618, 652, 724, 757.
Brodin (P.), 87, 280, 535, 658.
Broek (A.-J.-P. van den), 216.
Broglie (M. de), 32, 38, 125, 166, 169, 171, 279, 459, 615, 656, 696, 753, 757.
Broquin-Lacombe (A.), 41.
Brouwer (H.-A.), 500.
Brown (S.-G.), 496.
Browne (P.-J.), 616.
Browning (Ph.-E.), 655.
Bruce (Sir D. et Lady), 659, 802.
Bruck (P.), 453.
Bruhat (G.), 726.
Brun (A.), 124.
Brunet (L.), 83, 529, 653, **777** à **779**, 796.
Brusa (G.), 132.
Buchner (E.-H.), 660.
Buchta (F.), 216.
Budde (C.), 458.
Buddin (W.), 129.
Buhl (F.), 166, 452, 573, 693.
Buisson (H.), 453, 534, 615.
Bull, 695.
Bunbury (H.-M.), 282.
Burdel (A.), 452, 454.
Burgess (M.-J.), 215.
Burnet (Et.), 414.
Burrows (G.-J.), 42, 283.
Burgen (P.), 128.
Burson (V.), 692.
Burton (D.), 539.
Busquet (H.), 617, 693.
Butavand (H.), 204.
Butterworth (S.), 619.

C

Cabanès, 453.
Cabaret (A.), 757.
Cahen (E.), 448, 793.
Cain (J.-C.), 90, 215, 578, 698.
Cairis (Mlle V.), 695.
Calmette (A.), 413, 573, 575, 694, 724.
Cambi (L.), 420.
Camis (M.), 456.
Camo (I.), 759.
Campbell (A.), 282.
Camus (J.), 37, 40, 127, 280, 410, 576, 617.
Camus (L.), 40, 86, 125, 168, 617.
Canac (F.), 798.
Canac (J.), 124.
Cannevel (Ed.), 452.
Cantacuzène (J.), 758.
Cardot (H.), 212, 454, 724.
Carnot (Jean), 449.
Carnot (P.), 40, 535, 695.
Carpentier (abbé A.), 491.
Carr (F.-H.), 698.
Carré (F.), 119.
Carrel (Al.), 657.
Carrière (E.), 574.
Carrière (J.-F.), 540.
Cartan (E.), 166.
Carvallo (J.), 415.
Caspari (W.-A.), 129.
Castaigne (J.), 694.
Catania (S.), 132.
Cathelin (F.), 410.
Caullery (M.), 691, 694.
Cavaignac (Mlle H.), 452.
Cavel (L.), 413.
Cayeux (L.), 534, 615.
Celestino da Costa (A.), 658.
Cellerier (F.), 276.
Cermak (P.), 43.
Certain (B.), 40, 280.
César-Franck (R.), 495, 656.
Chabanier (H.), 414, 801.
Chabrol (E.), 725.
Chadwick (J.), 699.
Chaine (J.), 613, 694, 758.
Chalon (P.-F.), 83.
Champy (Ch.), 86, 87, 694, 695, 724.
Chantemesse (A.), 211, 279, 575.
Chaplet (A.), 795.
Chardet (G.), 801.
Charpy (G.), 167, 453, 693.
Charron (F.), 534.
Chaspoul, 798
Chasseriaud (R.), 32.
Chatelet (A.), 38, 166, 792.
Chattaway (F.-D.), 90, 128, 215.
Chatton (Ed.), 125, 209, 576, 801.
Chattopadhyay (P.-Ch.), 128.
Chauchard (M et Mme), 616.
Chaudron (G.), 756.
Chauffard (A.), 454, 575.
Chaunes (A.), **141** à **149**.
Chaumont (L.), 760.
Chaussé (P.), 124, 758.
Chautard (Jean), **588** à **591**, 694.
Chauveaud (G.), 167.
Chauvenet (Ed.), 86, 124.
Chavanne (G.), 616, 655.
Chazy (J.), 38.
Chedini, 535.
Chelle (L.), 617, 659.
Chéneveau (C.), 449.
Chevalier (Aug.), 800.
Chevalier (St.), 38.
Chevallier (P.), 452, 615.
Chevenard (P.), 722, 723.
Chevrotier (J.), 124, 125, 534, 657.
Chiaraviglio (D.), 420.
Chiflot, 757.
Chlopine (W.), 722.
Chodat (R.), 662.
Chofardet (P.), 38, 453, 494, 615, 692, 722.
Chouchak (D.), 531, 692.
Choux (P.), 209.
Chree (C.), 418.
Chrétien (H.), 533.
Chuard (E.), 724.
Church (A.-H.), 456.
Chwolson (O.-D.), 688.
Ciamician (G.), 132, 420.
Cisotti (U.), 132, 420.
Ciuca (A.), 280.
Ciuca (M.), 575.
Ciusa (R.), 132.
Clairin (J.), 452, 533.
Clarens (J.), 724.
Clarté (R.), 411.
Claude (G.), 210, 411, 413, 696.
Claude (H.), 40, 657.
Claussmann (P.), 574, 618, 655, 696.
Clerc (A.), 87, 126, 695.
Cléret (M.), 280.
Clerget (Pierre), 49, 137, 175, 277, 286, **356** à **362**, **517** à **526**, 570, 690.
Clermont (D.), 87, 126, 168, 695.
Clewer (W.-B.), 90, 282, 804.
Cloarec (C.), 210.
Clough (G.-W.), 170.
Cluzet, 126, 211, 616, 722.
Cobb (J.-W.), 699.
Coca (F.), 694, 695.
Coggia, 85, 453, 655, 799, 817.
Cohen (Ernst), 92, 131, 215, 284, 660, 764.
Cohen (J.-B.), 283.
Cohen (W.-D.), 500.
Cohendy (Eug.), 534.

Coirre (J.), 535, 695.
Colani (A.), 210, 412.
Coleman (F.-Ch.), 579.
Colgate (R.-T.), 538.
Colin (H.), 616, 818.
Collet (Léon-W.), 463.
Collet (Mlle P.), 693.
Collignon, 40.
Collin (P.), 413.
Collin (R.), 41, 454, 617.
Collins (S.-H.), 619.
Colonnetti (G.), 420.
Combaz (P.), 615.
Combes (R.), 39, 166.
Combiescu (D.), 575.
Commessatti (A.), 132.
Compton (A.), 169, 798.
Conduché (A.), 533.
Conor (A.), 724.
Considère, 494, 616, 656, 798.
Constable (A.-B.), 128.
Contet (A.), 611.
Coombs (F.-A.), 458.
Cooper (Ch.), 496.
Copaux (H.), 278, 411, 412, 537.
Copisarow (M.), 539.
Coppin (N.-G.-S.), 170, 539.
Coppola (A.), 420.
Corbin (Paul), **223** à **252**, 542, 622.
Corbino (O.-M.), 420.
Cordier (F.), 718.
Cordonnier (D.), 454.
Corelli (R.), 132.
Cornec (E.), 494, 761.
Cornu (A.), 693.
Cornubert (R.), 167, 277, 655, 657, 692, 722.
Costa (S.), 576.
Costantin (R.), 533, 573.
Costeanu (N.), 452.
Cotte (J.), 576, 617, 695.
Cotton (A.), 85, 213, **626** à **639**, **665** à **669**.
Coulthard (A.), [illegible].
Coupé (H.), 757.
Coupin (H.), 755.
Coursey (P.-R.), 214.
Courtois (G.), 615, 655.
Courtot (Ch.), 657.
Courty (F.), 412, 818.
Cousin, 452, 495, 757.
Coustet (Ernest), 136, 288, **645** à **650**, 652, 731, 816.
Coutard (H.), 755.
Couteaud (Dr), 535.
Coutière (H.), 413.
Coward (H.-F.), 496, 762.
Crafts (J.-M.), 48.
Cramer (P.-J.-S.), 570.
Cramer (W.), 89.
Crawley (C.-W. S.), 619.
Crémieux (Maxime), 752.
Cresson (André), 450.
Crommelin (C.-A.), 92, 540.
Croneau (A.), 794.
Crookes (Sir W.), 89.
Crossley (A.-W.), 170, 214, 419.
Crouzet (E.), 464, 543.
Crowther (H.-L.), 419.
Croze (François), 702.
Crudeli (U.), 132.
Crussard (L.), 124, 166.
Cruveilhier (L.), 534.
Crymble (C.-R.), 283, 762.
Cuccia (L.), 132.
Cuénot (L.), 37, 691, 755.
Cundall (J.-T.), 170.
Curie (Maurice), 655.
Curtis (F.), 415.
Curtis (R.), 282.
Cusmano (G.), 132.
Cutts (H. C.), 419.
Czapek (E.), 460.
Czukor (Karl), 498, 728.

D

Dakin (H.-D.), 539.
Dalloni (M.), 574, 656.
Damour (Emilio), 449.
Dangeard (P.-A.), 167.
Daniel (J.), 209.
Danne (G.), 755.
Dantan (J.-L.), [illegible].
Dantony (E.), 756.
Dauysz (J.), 125, 656, 798.
Darboux (G.), 38, 817.
Darling (C.-R.), 214.
Darmois (Eug.), 166, 209, 455.
Darmois (G.), 38, 278.
Darré (H.), 659.
Darwin (Sir F.), 169.
Darzens (G.), 618.
Daumézon (G.), 40, 168, 281.
Dausset, 495.
Davies (H.), 762.
Dawkins (A.-E.), 457,
Dawson (H.-M.), 128, 418, 419, 539.
Debains (E.), 211, 658.
Debré (R.), 40, 126, 168, 211, 280, 414.
Décombe (L.), 452.
Deffins, 454.
Defretin (A.), 692.
Dehaussy (Ed.), 659, 725.
Dejerine (J.), 40.
Dejust (Mlle S.), 414.
Delage (Y.), 492, 757.
Delas (R.), 695.
Delassus (Et.), 527.
Delassus (M.), 39.
Delater, 695.
Delauney (J.), 574.
De ava (P.), 454, 535.
Delbet (Pierre), 122, 413, 756, 800.
Delépine (M.), 166, 213, 534, 766.
Delezenne (C.), 416.
Delorme (Ed.), 279, 798, 799.
Demanche (R.), 575.
Demassieux (Mme N.), 125, 411.
Demenge (Emile), 35, 162, 450, 532, 568, 752.
Demesse, 618.
Demolis (Ed.), 274.
Demoulin (A.), 85.
Demoussy (E.), 574.
Denham (W.-S.), 42.
Denizot (A.), 460.
Denjoy (A.), 124, 452.
Depéret (Ch.), 693.
Deprat (J.), 36, 125, 412, 616, 694, 757.
Déribéré-Desgardes (P.), 87.
Desbouis (G.), 279, 453.
Descarpentries (M.), 659.
Desch (C.-H.), 794.
Descroix (L.), 568.
Desgrez (A.), 756.
Deslandres (H.), 125, 166, 212, 411, 533, 692, 798, 818.
Desmarets (M.), 97, **105** à **113**, 135, **138** à **143**, 177, 277, 424.
Desoil (P.), 618, 659, 725.
Desroche (P.), 40.
Dettmann (A.-H.), 458.
Devaux (Henri), 164, 455, 536.
Dévé (F.), 40, 87, 280, 535.
Devisé (R.), 453.
Dey (B.-B.), 419, 496.
Dey (M.-L.), 90.
Dheré (Ch.), 86, 452, 454.
Dide (M.), 758.
Diénert (F.), 83, 494.
Dietl (A.), 460, 499.
Digby (L.), 169.
Dima (G.-A.), 616.
Dimmer (G.), 91.
Dinguizli, 39.
Distaso (A.), 168, 211, 454.
Dix (A.-G.), 497.
Dobbie (J.-J.), 457, 763.
Dollfus (R.), 615.
Donder (Th. de), 38, 411, 722.
Donnan (F.-J.), 763.
Dony-Hénault (O.), 795.
Dopter (Ch.), 534, 694, 695, 725.
Dorlencourt (H.), 575.
Dosne (P.), 210.
Dougill (G.), 699.
Douin (R.), 575.
Doumer (E.), 87, 415, 576, 577, 617, 618.
Douvillé (H.), 757, 800.
Doyen (E.), 280, 725.
Doyer (Mlle L.-G.), 700.
Doyon (M.), 695.
Drabowitch (W.), 658.
Drach (Jules), 85, 452.
Drapier (M.), 167.
Drapier (P.), 85.
Drechsler (K.), 216.
Drecq (M.), 453.
Dreyer (G.), 417.
Drouet (L.), 616.
Dubard (M.), 86, 412.
Dubois (Ch.), 618, 725.
Dubois (Eugène), 131.
Dubois (F.), 454.
Dubois (Marcel), [illegible].
Duboscq (O.), 280.
Duboux, 727, 757.
Duoreuil (G.), 658, 724, 725, [illegible]
Dubrisay (René), 213.
Dubus (A.), 617.
Ducelliez (F.), 278, 279, 656, 693.
Duclaux (J.), 692.
Ducloux (E.), 689.
Ducretet (E.), 124.
Duddell (W.), 214.
Dudley (H.-W.), 539.
Dufour (A.), 756.
Dufour (Al.), 573, 722.
Dufour (M.), 41, 212.
Dufraisne (Ch.), 655.
Duguet, 38, 694.
Duhem (Pierre), 161, 817.
Duhot (E.), 617, 618, 725.
Duhot (F.), 87.
Dujarric de la Rivière (R.), 415.
Dumas (J.), 659.
Dunlop (J.-G. M.), 539.
Dunn (P.-C.), 497.
Dunningham (A.-Ch.), 283, 419, 539.
Dunoyer (L.), 494, 534, 576, 615, 695.
Dunstan (A.-E.), 215, 539.
Dupérié (R.), 212.
Dupont (G.) 411, 573.
Dupouy (G.), 652.
Dupuy (E.-L.), 412.
Durand (H.), 415.
Durand (P.), 759, 801.
Durandard (M.), 466.
Durandin (P.), 413.
Dutoit (P.), 727.
Dutt (P.-K.), 283.
Duvillier (Ed.), 618, 659.
Dye (D.-W.), 417.
Dyson (W.-F.), 693.

E

Earl (J.-C.), 283.
Eckert (A.), 130, 620.
Edmond (M.), 793.
Edridge-Green (F.-W.), 89.
Effront (Jean), 528.
Egerton (A.-Ch.-G.), 282, 283.
Ehrenfest (P.), 130.
Ehrenhaft (F.), 129, 130, 420, 494, 699.
Ehrlich (Paul), 84.
Einstein (A.), 275
Eisenmann (K.), 172.
Ekecrantz (Dr. Thor.), [illegible]
Elias (G.-J.), 660, 763.
Elliot (J.-C.), 763.
Emrys Roberts (E.), 417.
Engler (A.), 727.
English (S.), 578, 698, 763.
Enriques (F.), 420.
Enriquez (Ed.), 125, 657.
Epstein (P.-S.), 728.
Erdmann (H.), 82.
Eriksson (J.), 209, 533.
Escard (J.), 796, 815.
Esclangon (E.), 38, 85, 534, 574.
Esmiol, 753.
Espil (L.), 411, 72

Estanave (E.), 723.
Eucken (A.), 91, 580.
Everest (A.-E.), 578.
Everling (E.), 43, 498.
Ewins (A.-J.), 282.

F

Fabre, 280, 615.
Fabry (Ch.), 453, 534, 615.
Fabry (L.), 615.
Fage (L.), 279.
Fairise (C.), 454, 617, 801.
Fallex (Maurice), 402.
Fallot (P.), 279, 412, 533.
Fandard (Mlle L.), 86, 126, 210.
Farid Boulad Bey, 723.
Farmer (J.-B.), 169.
Farmer (W.), 579.
Faucon, 723, 757.
Faure-Geors, 695.
Favre (M.), 658, 724, 725, 759.
Fawsitt (Ch.-Ed.), 42, 458.
Fehr (H.), 449, 815.
Feigin (Mlle B.), 658.
Féjer (L.), 573.
Fekete (M.), 534.
Fénis (F. de), 414, 415.
Fernandes (F.-V.), 763.
Fernbach (A.), 39, 452, 656.
Ferrié (G.), 722.
Féry (Ch.), 281.
Fessenkoff (B.), 278, 452, 534.
Feuillié (E.), 168, 212.
Fiessinger (Ch.), 125, 800.
Fiessinger (N.), 454.
Filippi (F. de), 460.
Filon (L.-N.-G.), 417.
Findlay (Al.), 283, 457, 539.
Fischer (H.), 574.
Fischl (S.), 460.
Flack (M.), 456.
Flajolet (Ph.), 411, 412, 655.
Fleck (Al.), 215.
Fleurent (E.), 616.
Fliniaux, 573.
Florentin (D.), 88, 722.
Foix (Ch.), 758.
Foley (H.), 414, 452, 659, 693, 695, 723, 724.
Folmer (Mlle H.-J.), 764.
Fonzes-Diacon (H.), 615.
Forbester (R.-E.), 171.
Forcrand (R. de), 86, 413, 453, 656, 722.
Foresti (B.), 420.
Forstall (A.-E.), 497.
Forsyth (W.-C.), 90.
Fort (M.), 43.
Fortineau (Ch.), 453.
Fortrat (R.), 166.
Fosse (R.), 494, 573, 574, 616, 659, 756, 758.
Fouassier (M.), 210, 575.
Foulds (R.-P.), 42.
Fourneau (E.), 416.
Fournier (Alb.), 168, 414.
Fournier, 799.
Fournier d'Abbe (E.), 801.
Fourtau (R.), 85.
Fowler (A.), 618.
Fox (J.-J.), 457, 763.
Fraenkel (O. von), 91, 419
Franchimont (P.-N.), 44.
Franchini (G.), 210, 412.
Francis (F.), 128.
Franck (J.), 171, 172, 728.
Franck (Ph.), 278.
François (F.), 758.
François-Dainville (E.), 414.
François-Franck (Ch.-A.), 40, 86.
Frank (Ph.), 124, 419.
Frankland (P.-F.), 418, 497.
Fredenhagen (K.), 498.
Fredericq (L.), 616.
Frenkel (H.), 759.
Freundler (P.), 495.
Frick (P.), 274.
Friedel (G.), 85, 124, 657.
Friedel (Jean), 209.
Friedrich (W.), 172.
Fritsch (K.), 283.
Frobenius (G.), 727.
Froin (G.), 126, 212, 280, 535, 575, 617.
Fromaget (H.), 801.
Frossard (H.), 412.
Frouin (A.), 658, 798.
Fyfe (A.-W.), 762, 763.

G

Gabreck (F.), 801.
Gain (Edmond), 49, 277.
Gall (H.), 795.
Gallus (A.), 459.
Gambier (B.), 124, 166, 278, 533.
Gardet (G.), 657.
Gardner (J.-A.), 89.
Garfounkel (J.-G.), 39.
Garin (Ch.), 37.
Garner (W.-E.), 497.
Garnier (M.), 280, 535, 725, 759.
Garnier (René), 757.
Garrigou (F.), 86, 817.
Gascard (A.), 756.
Gaskell (J.-F.), 538.
Gateaux (R.), 132.
Gatellier (J.), 695.
Gau (P.-E.), 411.
Gaubert (P.), 38, 85, 799, 818.
Gaucher (L.), 168, 280, 495, 695.
Gaudefroy (C.), 411, 693, 756.
Gaudefroy-Demombynes (M.), **301** à **305**, 404.
Gault (H.), 279, 411, 722, 756.
Gaunt (R.), 619.
Gauthronet (E.), 403.
Gautier (A.), 125, 126, 169, 452, 574, 577, 618, 655, 696.
Gautier (Cl.), 40, 86, 211, 414, 724.
Gautrelet (J.), 39, 278, 454, 721.
Gaver (F. van), 759.
Gay (L.), 86, 279, 656.
Gazaud, 757.
Gee (A.L.-W. de), 500.
Gehlhoff (G.), 90.
Gehrcke (E.), 699.
Gelin (E.), 88.
Gendron (Abbé), 758.
Genin (V.), 88.
Gentil (L.), 124, **336** à **340**, **393** à **400**, 818.
Georgevitch (J.), 125.
Georgievics (G. von), 460.
Gérard (E.), 573, 617.
Gérard (F.), 656.
Gérard (G.), 454, 659.
Géraudel (E.), 86.
Gerber (C.), 168.
Germain (Louis), 164, 575.
Germann (F.-E.), 724, 756.
Gevrey (M.), 655.
Ghedini, 695.
Ghersi (I.), 687.
Ghosh (B.), 698.
Giacobini, 38.
Giaja (J.), 658, 756.
Gianfranceschi (G.), 132.
Gibson (Ch.-S.), 418.
Gicklhorn (J.), 620.
Gidel (G.), 405.
Gignoux (Maurice), 205, 615.
Gilbert (A.), 40, 87, 725.
Gildemeister (E.), 689.
Gill (Sir David), 166.
Gilling (Ch.), 90.
Gillot (V.), 695.
Gilmour (R.), 171.
Giran (H.), 756.
Girard (P.), 415, 454, 576, 617, 758, 759.
Girard (René), **389** à **393**.
Giraud (G.), 85
Giraud (J.), 616, 694,
Giraud (P.), 755.
Gironcourt (G. de), 411.
Girvin (H.-G.), 457.
Glangeaud (Ph.), **50** à **61**.
Glazebrook (R.-T.), 417.
Glénard (R.), 536.
Gley (E.), 693.
Godchot (M.), 210, 657.
Godeaux (L.), 412, 534.
Godin (P.), 723.
Goldberg (J.), 211.
Goldschmiedt (G.), 419.
Goldsmith (M.), 492.
Goloubeff (W.), 574.
Gompel (M.), 38, 40, 656, 658.
Gorgey (R.), 216.
Gorter (E.), 694.
Gouault (E.), 204.
Goubau (R.), 124.
Gouin (A.), 40.
Goulding (E.), 283.
Goupil (R.), 210.
Gourdon (E.), 278, 693, 758.
Gouré de Villemontée (G.), 574, 616.
Goursat (E.), 85.
Gouy (G.), 411, 494.
Gradenwitz (Alfred), 43, 90, 91, 130, 172, 460, 491, 498, 544, 580, 620, 699, 728.
Gradwohl (R.), 759.
Graham (G.), 89.
Graham (J.-J.), 698.
Gramont (A. de), 38, 407, 722.
Gramont, duc de Guiche (Armand de), 751.
Granata (L.), 132, 460.
Grassi (L.), 132.
Gratiot (J.), 86.
Gravier (Ch.), 30, **149** à **160**, 167, 209, 572, 574,
Gray (F.-W.), 215, 864.
Gray (J.-G.), 579.
Gray (Th.), 128.
Green (A.-G.), 89, 418.
Green (H.), 698.
Gregory (R.-P.), 659.
Greinacher (H.), 580.
Grey (E.-C.), 578.
Griffiths (E.), 418.
Grigaut (A.), 454, 535, 536, 658.
Grignard (V.), 210, 657.
Grill (E.), 460.
Grimwood (R.-G.), 129.
Gronwall (T. H.), 615, 655.
Gros (Ch.), 31.
Grossouvre, 85.
Grosvenor (W.-M.), 458.
Groth (J.), 210, 656, 693.
Grove (D.), 764.
Gruvel (A.), 39, **347** à **350**, **714** à **717**.
Gruzewska (Mme Z.), 576, 657, 757.
Grysez (V.), 573, 801.
Guébhard (A.), 453.
Guerbet (M.), 40.
Guérin-Valmale, 758.
Gugl (F.), 700.
Guglielmo (G.), 420.
Guichard (C.), 412, 534, 693.
Guichard (M.), 723.
Guieysse-Pellissier (A.), 575.
Guilbert (G.), 574.
Guild (J.), 496.
Guillaume (J.), 38, 278, 412, 453, 616, 655, 799.
Guillaumin (Ch.-O.), 659.
Guillemard (H.), 167, 723.
Guilleminot (H.), 654, 722, 816.
Guillet (A.), 536.
Guillet (L.), 209, 411.
Guilliermond (A.), 40, 454.
Guinsbourg (Mlle), 72..
Guisez, 453.
Gumlich (E.), 580, 699.
Gunn (J.-A.), 659.
Gunther, 412, 494.
Gupta (N.-M.), 170.
Gupta (N.-S.), 43.
Gutmann (R.-A.), 40, 87.

Gutton (C.), 279.
Guyau (Augustin), 753.
Guye (Ph.-A.), 724, 756, 795.
Guyénot (E.), 415, 454.
Guyon (F.), 38.
Guyot (J.), 757.
Guyou (E.), 278.
György (P.), 414, 695, 725.

H

Haag (J.), 204.
Haas (W. J. de), 540.
Haber (F.), 283.
Haberlandt (G.), 619.
Hadamard (J.), 452.
Haga (H.), 284.
Hahn (H.), 419.
Hall (A.-A.), 619.
Halla (O.), 620.
Haller (A.), 167, 412, 413, 494, 573, 655, 657, 693, 724.
Hallion (L.), 454, 659.
Hallopeau (H.), 414.
Hamant (A.), 454.
Hamburger (H.-J.), 131.
Hamerton (A.-E.), 659, 802.
Hammerlund (C.), 209.
Hamy (M.), 124, 494, 534, 799.
Hancock (H.), 209.
Hann (J. von), 620.
Hanriot (A.), 495.
Hanriot (M.), 166, 209.
Harden (A.), 283, 754.
Hardy (G.-H.), 452.
Harger (J.), 497.
Hargreaves (W.-A.), 579.
Hariot (P.), 606, 818.
Harper (E.-M.), 128, 283.
Hartley (E. J. G.), 419.
Hartley (H.), 283, 578.
Hartmann (H.), 279.
Haschek (Ed.), 419.
Hattwich (J.), 172.
Hauer (F. von), 420.
Haug (Em.), 39, 86, 167, 724.
Hauser (E.), 279.
Hauser (Fr.), 171.
Havelock (T.-H.), 127.
Haworth (W.-N.), 698, 763.
Hazard (R.), 212.
Hébert (A.), 532.
Heckel (E.), 817.
Hédon, 575.
Heger (Paul), 702.
Heilbron (I.-M.), 170, 214, 215, 579, 804.
Heinricher (E.), 130.
Heitz (J.), 658.
Helbronner (P.), 573, 799.
Helderman (W.-D.), 92, 131, 215, 660, 764.
Hellmann (G.), 620.
Helmert (F.-R.), 620.
Henderson (G.-G.), 170, 214, 215, 579, 804.
Henderson (J.-A.-R.), 170, 457.
Hendrick (J.), 283.
Henri (Mme V.), 453, 757, 798.
Henri (V.), 38, 86, 125, 127, 278, [illegible], 453, 494, 615, 692, 725, 798.
Henrijean, 211.
Herçay, 408.
Hérissey (H.), 125, 414.
Herlant (M.), 615, 798.
Hérouard (Edg.), 412.
Hertz (G.), 171, 728.
Hertz (R.), 211.
Herweg (J.), 172.
Heuse (W.), 171.
Hewitt (J.-T.), 282, 804.
Heydweiller (Ad.), 90.
Hicks (W.-M.), 762.
Higgins (S.-H.), 128.
Higgins (W.-F.), 762.
Hilbert (D.), 447.
Hildt, 41.
Hill (L.), 456.
Hodgkinson (W.-R.), 699, 764.
Hodgson (H.-H.), 497.
Hoffmann (F.), 689.
Hogg (T.-P.), 698.
Holborn (L.), 498.
Hollard (A.), 689, 795.
Hollely (W.-F.), 418, 497, 698.
Holmes (J.), 170.
Holmyard (E.-J.), 539.
Holst (G.), 763.
Holt (A.), 215, 578, 802
Holtz (Louis), 405.
Hönigschmid (O.), 216, 656, 693.
Honing (J.-A.), 284.
Hoore (F.-R.), 699.
Hopfner (F.), 91.
Hopkinson (B.), 127.
Hopwood (A.), 170.
Horovitz (Mlle St.), 656.
Hostinsky (B.), 38.
Houard (C.), 409.
Hough (A.-T.), 764.
Houllevigue (L.), **410** à **446**, 612.
Houssay (F.), 692,
Houston (R.-A.), 127, 577.
Hovy (A.-J.), 44.
Howell (O.-R.), 283.
Howie (M.), 579.
Huard (A.), 407.
Hubault (Paul), 409.
Huber (Michel), **552** à **559**.
Hübner (J.), 129, 619.
Huchard (C.), 415.
Huchet (P.), 722.
Hughes (A.-H.), 794.
Hugounenq (L.), 121, 414, 816.
Huguet (J.), **293** à **301**.
Hulme (W.), 128.
Hulshof (H.), 660.
Hulton (H.-F.-E.), 578.
Humbert (G.), 38, 166, 655, 692.
Hurwitz (A.), 452.
Hyman (H.), 578.
Hynd (Al.), 128.

I

Idrac (P.), 38, 723.
Imbeaux (Ed.), 210.
Imbert (Léon), 657.
Infroit (Ch.), 694.
Inman (A.-C.), 212.
Innes (Mlle H.-R.), 698.
Innes (F.-F.), 764.
Iovitchitch (M.-Z.), 413.
Irvine (J.-C.), 128, 457, 698, 762.
Iscovesco (H.), 48, 86, 87, 126, 168.
Istrati (C.), 204.

J

Jackson (L.-C.), 283.
Jacob (Ch.), 533.
Jacobs (J.), 496.
Jacquet (A.), 690.
Jactel (René), **379** à **383**.
Jadin (F.), 413, 756, 757.
Jaeger (F.-M.), 284, 500, 540, 764.
Jager (F.), 278, 533.
Jager (G.), 700.
Jakob (M.), 498.
Jamot, 209.
Jana (S.-C.), 90.
Jansson (C.), 454.
Jaques (A.), 539.
Javal (A.), 209.
Javelly (E.), 801.
Javillier (M.), 124, 169, 533, 577.
Jay, 167.
Jeandelize (P.), 617.
Jeannel (R.), **639** à **644**.
Jeans (J.-H.), 127.
Jeanselme (E.), 758.
Jeffrey (E.-C.), 761.
Jégou (P.), 656.
Jekhowsky (B.), 799, 800.
Jennison (J.), 457.
Jentzsch (R.), 412.
Joannis (A.), 413.
Joannis (J.), 210, 656, 722.
Johnson (Mlle R.-M.), 282.
Johnson (W.), 89.
Johnstone (S.-J.), 283.
Joleaud (A.), 617.
Joleaud (L.), 166, 495, 576, 617.
Jolibois (P.), 125.
Jolly (J.), 40, 168, 694.
Joltrain, 724.
Jones (D.-T.), 215.
Jones (M.), 579, 804.
Jones (R.-L.), 282.
Jones (W.-J.), 539, 804.
Jonker (W.-P.-A.), 500.
Jordan (F.-W.), 538.
Jouan, 414, 535.
Joubin (L.), 209, 575.
Jouniaux (A.), 209.
Jousset (A.), 616.
Joyner (R.-A.), 90,
Julius (W.-H.), 660.
Jumelle (Henri), 277, 451, 755.
Jungfleisch (E.), 210, 573.
Jupille (F.), 211, 535.

K

Kadisson (Mlle K.-B.), 212.
Kailan (A.), 419.
Kalicun (B.), 499, 699.
Kampé de Fériet, 38, 209.
Kapp (A.-W.), 128.
Kapteyn (W.), 540, 660, 763.
Karaffa-Korboutt, 279.
Karpowicz (A.), 693.
Kay (F.-W.), 698.
Kaye (G.-C.), 762, 815.
Kayser (E.), 754.
Keen (B.-A.), 127.
Keesom (W.-H.), 44, 91, 92, [illegible], 660.
Keilin (D.), 414, 575.
Kempf (R.), 82.
Kenner (J.), 282, 762.
Kent (A.-F.-S.), 89.
Kenyon (J.), 42, 128, 170, 497.
Keraval (E.), 166.
Kercelli (J.), 724.
Kerforne (F.), 575.
Kergomard (J.-G.), 402.
Kervily (M. de), 617, 658.
Ketelaere (O. de), 722.
Kettner (A.), 500.
Kidd (F.), 538, 761.
Kiebitz (F.), 129.
Kimpflin (G.), 413.
King (A.-Th.), 698.
King (G.), 539.
King (H.), 539.
Kipping (F.-S.), 90, 170, 214, 282.
Kirmisson (F.), 616, 694.
Kirpal (A.), 460.
Klein (R.), 216.
Klemensiewicz (Z.), 692.
Kling (A.), 88, 210, 722.
Klingatsch (A.), 91.
Klintz (J.-H.), 499.
Klooster (H.-S. van), 500.
Knapp (A.-W.), 418.
Knecht (Ed.), 283.
Knight (W.-A.), 90, 418.
Knoblauch (J.), 203.
Knox (J.), 698.
Kober (L.), 620
Kœchlin (J.), 724.
Kœnigs (Mlle G.), 692.
Kœnigs (G.), 692.
Kœnigsberger (J.), 459.
Kohlmann (E.), 497.
Kohlhörster (W.), 43.
Kohnstamm (Ph.), 215, 284, 660.
Kollmann (M.), 86.
Kopaczewski (W.), 279, 576, 615, 658, 759, 801.
Korn (A.), 452.

Korreng (E.), 197.
Korteweg (D.-J.), 763.
Kowalewski (G.), 130, 278.
Kowalski (J. de), 279, 412, 573.
Krall (H.), 215
Kratzmann (E.), 700.
Kremann (R.), 91, 419, 420, 468, 700.
Kresta (O.), 172.
Kritch (Mme N.), 724
Krolunitsky (G.-A.), 40.
Krongold (Mlle S.), 724, 725.
Kropsch (R.), 419, 460.
Kruppa (E.), 130.
Kruyt (H.-R.), 216.
Ktenas (C.-A.), 411, 413.
Kuenen (J.-P.), 44, 540.
Kunckell d'Herculais (J.), 724.
Kurtenacker (A.), 172, 700.
Kuss, 211.

L

Laar (J.-J. van), 284, 499, 540, 660, 763.
Labbé (M.), 125, 575.
Laboureur (M.), 568.
Labrouste (H.), 168, 279, 757.
Lacoste, 41, 694.
Lacroix (A.), 413, 655, 798, 799, 817.
Ladenburg (R.), 656.
Ladreit de Lacharrière (J.), **366** à **371**.
Lafite-Dupont (J.-A.), 415, 536.
Lagane (L.), 457.
Lagrange (E.), 658.
Lagrange (F.), 657.
Laguesse (E.), 211, **259** à **273**, 618.
Lahure, 166, 209.
Lahy (J.-M.), 411, 692.
Lallemand (Ch.), 412, 573.
Lambling (E.), 454, 659, 725.
Lameere (A.), 817.
Lammer (P.), 172
Lamothe (de), 657.
Lampa (A.), 172, 216.
Landau (E.), 124.
Landau (M.), 125.
Lander (P.-E.), 89.
Landerer (J.-J.), 798.
Landouzy (L.), 414, 575, 799.
Landrieu (Ph.), 210, 573.
Langelaan (J.-W.), 44, 131.
Langeron (M.), 415, 758.
Langlois (J.-P.), 165, **291** à **292**, 409, 532.
Lanquine (Antonin), 37, 167, 575.
Lanzenberg (A.), 87.
Lapersonne (F. de), 168.
Lapicque (Mme L.), 211, 412, 616, 725.
Lapicque (Louis), 84, 211, 411, 412, 616, 725.
Laporte, 41.
La Porte (F.), 655.
Laporte (F.), 695, 725.
Lapworth (A.), 90, 579, 804.
Laqueur (E.) 700.
Larguier des Bancels (J.), 694, 757.
Larmor (Sir J.), 697.
Larmor (J.-L.-B.), 697.
Laroche (G.), 87, 454.
Lassablière (P.), 167.
Lasseur (Ph.), 576, 617.
Lassieur (A.), 210.
Lattey (R.-T.), 419.
Laugier (H.), 212, 454.
Launay (L. de), 450.
Launoy (L.), 126, 280.
Laurent (O.), 279, 533.
Laurie (A.-P.), 169.
Laveran (A.), 124, 210, 412, 494, 799, 800, 817.
Léauté (A.), 533, 573, 693.
Lebailly (C.), 725.
Le Bas (Mlle G.), 497
Lebeau (P.), 645, 722.
Lebeuf (A.), 82.
Leblanc (E.), 759.
Leblanc fils (M.), 166, 209, 455.
Lebon (E.), 817.
Le Bon (G.), 722.
Lécaillon (A.), 86, 124, 166, 656, 693, 723.
Le Cerf (F.), 494.
Le Chatelier (Henry), 2, 612, 758.
Lechner (A.), 172.
Lecomte (Henri), 570, 723.
Lecomte-Denis, 161.
Lecornu (L.), **7** à **11**, 85, 757.
Le Dantec (Félix), 121.
Ledebur (A.), 688.
Leduc (A.), 413.
Leenhardt (Ch.), 210.
Lees (C.-H.), 697.
Lefébure (V.), 214.
Lefebvre, 721.
Lefèvre (J.), 725, 759.
Le Filliatre (G.), 125.
Legendre (R.), 279, 412, 414, 616.
Léger (A.), 695, 759.
Léger (E.), 125, 533, 692.
Léger (L.), 280, 412.
Léger (M.), 695, 759.
Legramps (A.), **385** à **386**.
Legry (Dr), 694.
Lehmann (O.), 209, 494, 728.
Le Hur (P.), 801.
Leidler (R.), 460.
Leitmeier (F.), 700.
Lelieuvre (M.), 274.
Lematte (L.), 573, 575.
Lembert (M.-E.), 756.
Lemoine (G.), 798.
Lemoine (G.-H.), 453.
Lemoult (P.), 34, 120.
Léon, 574.
Léonardon (F.), 531.
Lepage (G.), 758.
Lepape (Ad.), 279, 413.
Lepierre (Ch.), 86.
Lépine (André), 126, 280, 495.
Lepke (W.), 699.
Leprince-Ringuet (F.), 278, 656, 693.
Lerch (F. von), 620.
Leredde, 211, 415.
Léri (A.), 616.
Lermoyez (Marcel), 32.
Le Rolland (P.), 723.
Le Roy (G.-A), 125, 817.
Léry (G.), 119, 651.
Lesage (A.), 280.
Lesieur (Ch.), 86.
Le Sourd (L.), 86, 454, 616.
Lespieau (R.), 39, 411, 533, 720.
Le Sueur (H.-R.), 128.
Letoux (M.), 758.
Letts (E.-A.), 457.
Letulle (M.), 495.
Levaditi (C.), 40, 168, 415, 534, 616, 724, 801.
Levi-Civita (T.), 420.
Levi-Franckel (G.), 535.
Levinstein (H.), 727.
Lévy (Paul), 452.
Lévy (S.-I.), 170.
Lévy-Bruhl (M.), 280.
Lewin (K.), 456.
Lewis (E.-A.), 619.
Lichtenstein (L.), 85.
Liebisch (Th.), 497.
Liebreich (E.), 580.
Lienhart (R.), 41.
Lignier (O.), 724.
Limozin (R.), 618.
Lindelöf (E.), 166.
Lindemann (F.-A.), 125, 579.
Lindemann (R.), 459.
Lindet (L.), 723.
Lippmann (L.-A.), 124, 452.
Lipschitz (Ad.), 283.
Little (H.-F.-V.), 457.
Littlewood (J.-E.), 692.
Liverseege (J.-F.), 418.
Livon (Ch.), 415.
Livon fils (J.), 168.
Lloyd (Mlle D.-J.), 496, 659.
Lloyd (F.-E.), 283.
Lobry de Bruin (C.-A.), 131.
Lockett (W.-T.), 578, 727.
Locquin (R.), 616.
Loeb (J.), 615.
Loeper (M.), 126, 535, 759, 801.
Loffier (B.), 700.
Lohr (E.), 172.
Loisel (J.), 723, 757, 799.
Longchambon (M.), 124, 166, 452, 693.
Longinescu (G.), 204.
Lorain (P.), 568, 612, 651.
Lorber (I.), 91, 419, 420, 700.
Lordier (Ch.), 797.
Lorentz (H.-A.), **179** à **186**, 275.
Lorenz (L. von), 172.
Losanitch (M.), 655.
Lo Surdo (A.), 420.
Louvrier (J.), 412.
Lovisato (D.), 132.
Lowry (T.-M.), 170, 539, 804.
Loygue (P.), 576.
Lublen (K.), 459.
Lubimenko (V.), 210.
Lucet (Ad.), 39, 412, 452.
Lucien (M.), 801.
Ludwig (Al.), 453, 573, 724.
Lugeon (M.), 694, 724, 818.
Luizet (J.), 799.
Lumet (G.), 124, 568.
Lumière (Aug.), 124, 125, 534, 657.
Lüschen (F.), 498.
Lusin (N.), 534.
Lutaud (L.), 656, 723.
Lutze (G.), 43.

M

Maas (R.), 91, 419, 460.
Mac Bain (J.-W.), 457, 579.
Mac Beath Ross (J.-D.), 419.
Macbeth (A.-K.), 128, 283.
Mac Combie (H.), 90, 419, 539, 763.
Macdonald (H.-M.), 496.
Macdonald (J.-L.-A.), 42.
Mache (H.), 216.
Mac Kenzie (Al.), 763.
Mackie (J.-H.), 578.
Macleod (J.), 457.
Mac Lintock (W.), 169.
Mac Nab (L.), 283.
Macquaire (P.), 534.
Mac Queen (J.), 456.
Magitot (Dr), 575.
Magnan (A.), 412, 758.
Magne (H.), 86, 658, 725.
Magnin (L.), 86.
Magrou (J.), 86.
Maidl (F.), 420.
Maigre (Etienne), 451.
Mailhe (Alph.), **67** à **80**, 82, 279, 413, 453, 613, 756.
Maillard (L.-C.), 120, 535, 576, 697
Mairet, 758.
Makower (W.), 619.
Malaquin (A.), 574, 618.
Maldiney, 657.
Mallock (A.), 214.
Malméjac (F.), 279.
Mancini (Ernesto), 132, 460.
Mangin (L.), 799.
Mangin (Maurice), 691.
Manley-Bendall, **113** à **118**.
Manouélian (Y.), 694.
Manoukhine (J.), 168.
Manouvrier (L.), 208.
Manquat (A.), 167.
Mansuy (H.), 36.
Manuelli (C.), 132.
Maquenne (L.), 574.
Marage, 126, 411, 413, 574, 718.
Marcelin (A.), 456.
Marcelin (R.), 38, 124, 209, 574, 655.
Marchand (H.), 504, 664, 769.
Marchis (L.), 204.
Marcille (R.), 533.
Marcolongo (R.), 132.
Marfan (A.-B.), 454, 534, 694, 800.

Margerie (Emm. de), 721.
Margival (F.), 162.
Marguet (F.), **705** à **711**.
Marie (A.), 40, 168, 535, 616.
Marie (C.), 276.
Marie (P.), 616.
Marinesco (G.), 211, 278, 756.
Marliangeas (R.-M.), 212.
Marqueyrol (M.), 42, 88, 537.
Marsh (J.-E.), 497.
Marshall (J.), 283, 418.
Martel (de), 40, 168.
Martel (E.-A.), 411, 575, 723.
Martens (F. F.), 171, 498.
Marti (V.), 798.
Martin (C.-H.), 456.
Martin (G.), 763.
Martin (H.-E.), 282, 457.
Martin (Percy F.), 570.
Martin (Pierre), 44.
Martini (M.), 87.
Martonne (Emm. de), 720.
Mascarelli (L.), 132.
Massol (L.), 453, 694, 723, 724, 725, 757, 801.
Masson (P.), 86.
Mathews (Mlle A.-M.), 282
Mathieu (Alb.), 495.
Mathis (C.), 725.
Mathison (C.-G.), 456.
Matignon (Camille), 5, 205, **514** à **516**, 529, 754.
Matruchot (P.), 40, 411.
Mattei (Ch.), 40, 576.
Matthieu (P.), 212, 454.
Maubant (E.), 799.
Maurain (Ch.), **679** à **686**.
Mauran (Dr), **306** à **308**.
Maurel (E.), 414, 533, 535, 695, 721.
Mauriac (P.), 127, 536, 617, 659, 801.
Maurié (E.), 798.
Maury (E.), 693.
Mawas (J.), 40.
May (E.), 127.
May (P.), 170.
Mayer (A.), 40, 167, 281, 415, 723.
Mayer (H.), 130.
Mayet (Lucien), 532.
Mazé (P.), 535, 757.
Mazurkiewicz (E.), 278
Mazzucchelli (A.), 132.
Meado (A.-J.), 282.
Meek (C.-F.-U.), 169.
Meingast (R.), 700.
Meissner (W.), 498.
Meldola (R.), 418, 497, 698.
Mellet (R.), 97, 724.
Ménard (P.-J.), 575.
Ménétrier (P.), 495, 694.
Menezes (S.), 694.
Mengaud (L.), 82, 124, 574.
Mengel (O.), 124, 531.
Mercer (H.-N.), 418.
Mercier (L.), 41, 212, 404, 454.
Merle (E.), 658.
Merriman (R.-W.), 42
Mersereau (G.), 764.
Merry (E.-W.), 419.
Mertens (F.), 460.
Merton (T.-R.), 90, 214, 419.
Meslin (G.), 616.
Mesnager, 87, 817.
Mestrezat (W.), 658.
Mesureur, 575.
Meyer (H.), 172, 460, 620.
Meyer (S.), 130, 420.
Meyer (Th.-J.), 459.
Meyeringh (J.), 693.
Meyerson (I.), 724.
Mézie (A.), 413.
Michel (L.), 694.
Michel-Lévy (A.), 39.
Micklethwait (Mme F.-M.-G.), 90, 698.
Miège (M.), 757.
Miège (L.), 39.
Mignon, 414.
Mignonac (G.), 574, 655, 696, 724.
Mihaïesti (C.-J.), 535.
Milani (A.), 132.
Miles (F.-D.), 169.
Miller (J.), 497.
Millochau (G.), 453, 494, 723.
Millosevich (E.), 132.
Millosevich (F.), 132.
Mills (W.-H.), 128, 698.
Minea (J.), 211, 278, 756.
Minguin (J.), 534, 693.
Minkowski (H.), 275.
Miramond de la Roquette, 278, 281.
Mironescu (Th.), 413.
Mislawsky (N.), 658.
Mitzscherling (Arthur), 406.
Moitié (A.), 574, 618.
Moll (W.-J.-H.), 131.
Molliard (M.), 799.
Monaco (Prince Albert de), 615.
Monchicourt (Ch.), 276.
Monod (Th.), **341** à **347**.
Montangerand (L.), 798.
Montel (Paul), 687.
Montessus (R. de), **585** à **588**.
Montessus de Ballore (H. de), 205, 209, 411, 657.
Monti (Mlle R.), 460.
Monti (V.), 420.
Moog (R.), 756.
Moore (B.), 659.
Moore (Ch.-N.), 656.
Moore (T.-S.), 763.
Moran (R.-C.), 723.
Morat (J.-P.), 695, 759.
Morax (V.), 535.
Moreau (Mme F.), 414.
Moreau (F.), 725.
Moreau (G.), 166.
Moreau (L.), 413.
Morel (A.), 40, 414, 535.
Morgan (G.-T.), 214, 215, 457, 763.
Morgan (I.), 457.
Morgan (J.-D.), 539.
Morisani (O.), 167.
Moritz (F.), 793.
Morlot, 617, 801.
Morrell (G.-F.), 128, 762.
Morrell (R.-S.), 128.
Morris (I.-P.), 457.
Morton (A.), 698.
Moss (H.-W.), 214.
Mougeot (A.), 126, 168, 211, 454, 575, 658.
Moulin (M.), 452, 494, 574.
Moulinier (R.), 212.
Mourelo (J.-R.), 124.
Mouret (Ludovic), 119.
Moureu (Ch.), 279, 413, 494, 537, 574, 655, 696, 724.
Mouriquand (G.), 40, 535.
Moutier (A.), 278, 574, 695.
Mouton (H.), 85.
Moycho (V.), 615.
Moye (Marcel), 80.
Mukerjee (K.-Ch.), 43.
Müller (Em.), 216.
Muller (P.), 44.
Muller (P.-Th.), 408, 449.
Mulon (P.), **61** à **67**, 87, 724, 800.
Mumford (E.-M.), 419.
Mummery (J.-H.), 169, 578.
Muntz (Ch.-H.), 692.
Muraour (H.), 42, 88, 537.
Murat (M.), 85, 167, 278, 412.
Mutermilch (St.), 415, 576, 759, 801.

N

Nabarro (D.), 454.
Nagel (O.), 699.
Nageotte (J.), 40, 574, 617, [illegible], 725, 801.
Naunton (W.-J.-S.), 128.
Neesen (F.), 91.
Nègre (L.), 659.
Negri (M.), 132.
Neogi (P.), 419.
Nernst (W.), 171, 458, 498.
Netter (A.), 84, 167, 415, 453, 575, 658, 724, 724.
Neumann, 758.
Neumeier (F.), 90.
Neuville (H.), 40, 126, 211, 278, 658, 724, 725, 759.
Neveu-Lemaire (M.), 207.
Newbery (E.), 282.
Nicholson (J.-W.), 573.
Nicklès (R.), 166.
Nicloux (M.), 38, 167, 280, 654.
Nicolardot (Paul), 120.
Nicolas (E.), 759.
Nicolle (M.), 575, 657, 817.
Noble (N.), 35.
Noc (F.), 168.
Nogier (Th.), 656, 722.
Noirel (H.), **371** à **379**.
Nordenskjold (Otto), **742** à **746**.
Nörlund (N.-E.), 534, 573.
Nowak (H.), 700.

O

Ocagne (M. d'), **469** à **474**.
Occhialini (A.), 132.
Oden (S.), 91.
Oechslin (K.), 126.
Oechsner de Coninck (W.), 40, 57[illegible]
Oldham (R.-D.), 495.
Olivari (F.), 132.
Ollino, 535, 695.
Ollive (Dr), 40.
Ollive (F.), 85.
Ollivier (H.), 32.
Onnes (H. Kamerlingh), 44, [illegible], 452, 494, 499, 500, 660, 722, 7[illegible]
Oosterhuis (E.), 499, 500.
Orlando (L.), 132.
Orticoni (A.), 212, 454.
O'Shaughnessy (F.-R.), 12[illegible]
Osler (W.), 616.

P

Padoa (M.), 420.
Page (Harold J.), 416.
Pagniez (Ph.), 86, 454, 616.
Painvin (G.-J.), 85.
Pal (J.), 124.
Palmenberg (O.-W.), 129.
Pamard, 413.
Papelier (G.), 793.
Papin (L.), 86.
Paraf (J.), 40, 126, 168, 211, 280.
Parenty (H.), 166, 452, 573, 693, 757.
Parhon (Mme C.), 535.
Parhon (C.-J.), 535.
Parhon (Mlle M.), 535.
Parisot (J.), 212, 801.
Parker (A.), 457.
Parker (H.-V.), 698.
Parker (L.-H.), 128, 579.
Parkes (J.-W.), 763.
Parmentier (Georges), 625.
Parsons (R.-C.), 699.
Partington (E.-R.), 419, 804.
Pascal (P.), 86, 209, 655, 692, 798.
Paschoud (M.), 723.
Pasteur-Vallery-Radot, 575, 658.
Paterson (Mlle B.-M.), 457.
Paterson (J.-H.), 171.
Patterson (T.-S.), 90.
Pauli (W.), 91.
Pauron, 694, 695, 725.
Pawlow (W.-I.), 762.
Payenneville (J.), 535.
Pchéborski (A.), 278
Peczalski (Th.), 533, 758.
Peddie (C.-J.), 497.
Pélabon (H.), 655, 692.
Pelissier (P.), 801.
Pellegrin (J.), 209.
Pellew (Ch.-E.), 764.
Pellini (G.), 420.
Pelourde (F.), 653.

Penck (A.), 458.
Penfold (W.-J.), 210.
Penkiewitsch (B.), 210.
Pérard (Alb.), 281.
Percin (Général), 654.
Pereira de Sousa, 39, 694.
Pérès (J.), 132.
Perez (Ch.), 799.
Perkin (A.-G.), 170, 698, 804.
Perkin (F.-M.), 619.
Perkins (W.-H.), 128.
Pernet, 126, 212, 280.
Perot (A.), 166, 212, 411, 798.
Perret (Robert), 699.
Perret (U.), 132.
Perrier (Capitaine), 490.
Perrier (Albert), 92, 284, 452, 494, 499.
Perrier (Edmond), 38.
Perrier (R.), 574.
Perrier de la Bathie (H.), 451.
Perrin (J.), 533.
Perrotin (H.), **113** à **118**, 174, 730.
Peski (A.-J. van), 500.
Pesta (O.), 460.
Petit (F.-R.), 32.
Petit (G.), 576.
Petit (H.), 688.
Petri (L.), 132, 460.
Pettit (Aug.), 535.
Petzetakis (M.), 86, 87, 126, 211, 280, 414, 415, 453, 535, 617, 695, 759.
Pézard (A.), 210.
Pezet (Ch.), 758.
Pezzi (C.), 87, 126, 535, 695.
Philibert (Vice-Amiral), 401.
Philibert (A.), 39.
Philippi (E.), 283.
Philpot (A.-J.), 418.
Phisalix (Mme M.), 575, 723, 756, 758.
Picado (C.), 658.
Picard (Em.), 534.
Picart (Luc), 85.
Pick (G.), 278.
Pickard (R.-H.), 42, 128, 170, 497.
Picon (M.), 533, 573, 615, 722.
Picone (U.), 132.
Picqué (L.), 414, 800.
Pictet (A.), 39.
Piéron (Henri), 83, 87, 123, 126, 166, 168, 658, 725, 756.
Pierret (R.), 801.
Pietschmann (V.), 499.
Piettre (M.), 85, 279, 692.
Pinard (A.), 167, 800.
Pisani (F.), 494.
Pizzetti (P.), 420.
Plancher (G.), 132.
Plate (F.), 132, 460.
Platrier (Ch.), 85.
Poelzl (Mlle L.), 699.
Poeschl (Th.), 693.
Pohl (R.), 580.
Polangi (M.), 580.
Policard (A.), 280, 453, 535, 658.
Pollak (J.), 620.
Pollard (C.-Th.), 496.
Polva (C.), 166.
Pompein (D.), 799.
Ponselle (A.), 535.
Pope (F.-G.), 215, 282, 804.
Pope (W.-J.), 42, 215, 457.
Popoff (K.), 38.
Popovici (C.), 692.
Porak (R.), 86, 724, 759, 860, 801.
Porché (Georges), **318** à **327**, **328** à **332**.
Porte (A.), 801.
Porter (A.-W.), 89, 127.
Portevin (A.), 453, 533, 722.
Pospielow (A.), 699.
Postma (S.), 764.
Potts (H.-E.), 497.
Pouget (I.), 531.
Pougnet (J.), 85.
Poulton (E.-P.), 89.
Powell (Ch.-W.-R.), 42, 458.
Power (F.-B.), 214, 457, 539, 804.
Powis (F.), 128, 419,
Pozerski (F.), 535, 576, 724, 725.
Pratolongo (M.), 132, 420.
Pratt (W.-R.), 419.
Preissecker (F.), 700.
Prenant (A.), 695, 724, 797.
Prescott (J.-A.), 579.
Prey (A.), 700.
Preynat (André), 651.
Price (T.-S.), 43, 539.
Pring (J.-N.), 418, 538.
Pringault (E.), 40, 617, 759.
Pringsheim (P.), 580.
Procter (H.-R.), 214.
Proust, 758.
Prowse (R.-W.), 698.
Prud'homme (M.), 796.
Przibram (K.), 172, 420.
Przibram (H.), 499.
Puccianti (L.), 420.
Puiseux (P.), **746** à **750**, 799.
Purvis (J.-E.), 128, 418, 579.
Pyman (F.-L.), 539, 698, 763.

Q

Quincke (G.), 699.
Quinquaud (A.), 759.
Quintaret (G.), 694.

R

Rabaud (Et.), 86, 122, 533, 801.
Rabut (Ch.), 411, 799, 817.
Radcliff (S.), 458.
Rakshit (J.-N.), 458.
Ramart-Lucas (Mme), 573, 724.
Ranc (A.), 126, 166, 212, 759.
Ranque, 40.
Rathery (F.), 281, 415, 454.
Ratner (S.), 278.
Ravenna (C.), 132.
Ray (P.-C.), 90, 579, 698, 763.
Rayleigh (Lord), 537, 697.
Raynaud (A.), 278, 657, 693.
Rea (Mlle Fl.-W.), 457.
Read (J.), 215, 457.
Reade (Th.), 419.
Reaubourg, 618.
Rebattu (J.), 725.
Reboul (G.), 210.
Reclus (Onésime), 409.
Reclus (P.), 39, 800.
Recoura (A.), 85.
Reeve (W.), 698.
Regaud (Cl.), 414, 656.
Regelsperger (Gust.), 98, 134, 165, 406, 422, 584, **669** à **679**, 704, 766, 807.
Regnard (E.), 127.
Regnault (F.), 168, 211.
Regnier (G.), 723.
Reiche (F.), 656.
Reilly (J.), 40, 87, 215, 457.
Reinders (W.), 44, 500.
Reis (A.), 129.
Rémoundos (G.), 452, 722.
Renard (Paul), 656.
Renaud (J.), **309** à **314**.
Renaut (J.), 657.
Renaux (E.), 617.
Rengade (Etienne), 449, 452.
Rennie (E.-H.), 457.
Rénon (L.), 86, 126, 280, 453.
Renouf (Mlle N.), 214.
Répelin (J.), 125, 166, 210.
Retterer (Ed.), 40, 126, 211, 280, 414, 415, 617, 658, 695, 724, 725, 759.
Riban (J.), 38.
Ribemont-Dessaignes, 758.
Ricco (A.), 132.
Richard (J.), 502.
Richards (Th.-W.), 756.
Richardson (O.-W.), 418.
Richaud (A.), 758.
Richet (Ch.), 87, 124, 167, 412, 573, 657.
Richet fils (Ch.), 126, 280.
Richtera (L.), 130.
Rideal (E.-K.), 764.
Riesz (Fr.), 655
Riesz (M.), 533.
Rigg (G.), 764.
Rignoux (G.), 757.
Rindl (M.), 42.
Risseghem (Mlle H. van), 655.
Ritter (W.), 460.
Rivière de Lecq, 403.
Robert (Mlle Th.), 167.
Roberts (Ch.-E.), 698.
Roberts (F.), 456.
Robertson (G.-S.), 171.
Robin (Alb.), 414, 657, 758.
Robin (Félix), 41.
Robin (P.), 692.
Robinson (Mlle G.-M.), 42, 698.
Robinson (H.), 130.
Robinson (R.), 39, 42, 170, 214, 283, 698.
Robitzsch (M.), 579.
Robyn (A.), 758.
Rochaix (A.), 759, 801.
Rodd (E.-H.), 538, 802.
Rodemund (H.), 460.
Rodriguez, 211.
Roehrich (O.), 800.
Roger (E.), 124.
Rohden (Ch. de), 757.
Rohmer (A.), 801.
Rolland (Ch.-A.), 615.
Rollet, 800.
Roman (F.), 534.
Romanovitch (M.), 759, 801.
Romburg (P. van), 44, 540.
Rosati (C.), 132.
Roscoe (Sir H.-E.), 408.
Rose (T.-K.), 457.
Rosé (Edm.), 452.
Rosenblatt (Alfred), 85, 278.
Rosenblatt (M.), 574, 657, 726.
Rosenbusch (H.), 166.
Rosenstiehl (A.), 33.
Rosenthal (Werner), 614.
Rossi (G.-B.), 132.
Rothera (A.), 283.
Rothé (E.), 411.
Rothig (Paul), 44, 540.
Roubier (Ch.), 87.
Roubinovitch (J.), 694.
Roudowska (Mlle), 454.
Roudsky (D.), 658, 798.
Rouillard (J.), 40.
Roule (L.), 85, 167, 570, 573, 617, 657, **808** à **814**.
Roullet-Chéry (Lucien), 94, 505.
Rousiacroix, 695.
Roussel, 535.
Rousset (H.), 289, 409.
Roussy (G.), 40, 127, 280, 576, 617.
Routier, 126, 534.
Roux (E.), 166, 799.
Roux (J.), 276, 615, 617.
Rouzaud, 414, 535, 658.
Rovereto (G.), 460.
Rowe (F.-M.), 89.
Rowett (F.-E.), 213.
Roy (L.), 166, 533, 534.
Rubens (H.), 497.
Rubinstein, 211, 415.
Rudge (A.-D.), 537, 538.
Ruelle (I.), 87.
Rule (Al.), 215.
Rule (H.-G.), 763.
Russell (E.-J.), 129.
Russell (W.), 210.
Rutgers (J.-G.), 43.
Rutherford (E.), 130.
Rutten (L.), 284.
Rydberg (J.-R.), **734** à **741**.
Ryffel (J.-H.), 456.

S

Sabachnikoff (Vl.), 163.
Sabatier (P.), 85, 167, 278, 279, 411, 412, 413, 453, 652, 723, 756.

Sacquépée (E.), 576, 695.
Sagastume (C.-A.), 280.
Sagnac (G.), 38.
Saint-Blancat (D.), 798.
Saint-Germain (A. de), 718.
Sainturat (M.), 688.
Salet (P.), 453.
Salimbeni (T.), 757.
Salin (H.), 40, 87.
Salmon (P.), 212.
Saloz (J.), 658.
Salway (A.-H.), 90, 214, 457, 539.
Sambon (L.), 694.
Sande Bakhuyzen (H.-G. van de), 489.
Sanders (J.-Mc. C.), 763.
Santchevitch, 572.
Santy (P.), 535, 800.
Sartory (A.), 41, 86, 281, 454.
Sarvonat (F.), 87, 695.
Sauton (B.), 126.
Sauvage (E.), 45, 275.
Sauvageau (C.), 285.
Savariaud, 758.
Savini (E.), 126.
Sazerac (R.), 618.
Scaglorini (G.), 132.
Scarborough (H.-A.), 539.
Scarpa (G.), 132.
Schaake (G.), 539.
Schaeffer (G.), 40, 167, 281, 415, 723.
Schaffers (V.), 38.
Schaumasse (A.), 453, 615.
Scheel (K.), 171.
Scheffer (F.-E.-C.), 92.
Schenkl (E.), 43, 728.
Schepers (J.-H.), 44.
Scheuer (O.), 692, 798.
Schidlof (A.), 693.
Schiller (J.), 168, 211.
Schleidt (J.), 216.
Schlesinger (L.), 692.
Schmidt (W.), 620.
Schnideschitz (N.), 700.
Schoeller (W.-R.), 457.
Schoen (M.), 39, 452, 656.
Schorlemmer (C.), 408.
Schottky (F.), 728.
Schreinemakers (F.-A.-H.), 92, 131, 215, 284, 500, 540, 660, 764.
Schrodinger (E.), 91, 130.
Schroers (F.), 498.
Schryver (S.-B.), 496.
Schulmann (E.), 280, 725, 759.
Schulz (E.), 82.
Schuster (A.), 697.
Schwartz (Ed.), 657.
Schwarzschild (K.), 172, 620.
Schweydar (W.), 620.
Sciolette (Mlle E.), 132.
Scott (D.-H.), 89, 761.
Scrivenor (J.-B.), 450.
Sécérov (S.), 657.
Segaller (D.), 128, 215.
Segol (Em.), 85.
Segol (J.), 85.
Séguin (P.), 454, 535.
Sélényi (P.), 38.
Seliber (G.), 535.
Sen (K.-B.), 170.
Senderens (J.-B.), 213, 278, 618.
Sénéchal (A.), 85, 275, 756.
Sénez, 40.
Sen-Gupta (H.-K.), 215, 698.
Senier (A.), 804.
Ser (J.), 274.
Sérégé (H.), 536.
Sergent (Edm.), 414, 452, 658, 659, 693, 695, 723, 724.
Sergent (Émile), 653.
Sérieux (P.), 614.
Seurat (L.-G.), 87, 168, 280, 414, 535, 576, 617, 658, 694, 725, 801.
Sève (Paul), 756.
Severini (A.), 420.
Sézary (A.), 285.
Shaw (A.-N.), 213.
Shaw (T.-W.-A.), 764.
Shaxby (J.-H.), 417.
Shell (J.-F.), 619.
Shrimpton (A.-G.), 697.
Sidaine (J.), 212, 415.
Sidgwick (N.-V.), 42.
Sierpinski (W.), 278.
Sieur, 211.
Silber (P.), 132, 420.
Sillevis (K.-H.-A.), 92.
Simek (Ant.), 284, 764.
Simond, 413.
Simonsen (J.-L.), 215, 578.
Sing (P.), 457.
Singh (B.-K.), 579.
Sinha (S.-N.), 458.
Siredey (A.), 495.
Sitter (W. de), 43, 91, 660.
Skaupy (F.), 459.
Skolem, 798, 799.
Skrabal (A.), 216, 700.
Slatineano (A.), 535.
Slavine (A.), 801.
Slousch (N.), 290.
Smiles (S.), 698, 804.
Smith (Cl.), 418, 578.
Smith (F.-E.), 213, 697.
Smith (G.), 761.
Smith (G.-E.), 496.
Smith (S.-W.-J.), 496, 619.
Smith (T.-A.), 90.
Smits (A.), 131, **191** à **202**, 215, 500, 540, 700, 764.
Smyth (Mlle W.-R.), 283.
Smythe (J.-A.), 418.
Snape (H.-L), 282, 698.
Snethlage (E.), 797.
Socor (E.), 617.
Soddy (F.), 578.
Sodré (F.), 87.
Solaro (Al.), 491.
Sollaud (E.), 452.
Sommelet (M.), 39, 88, 495.
Sorre (Maximilien), 529.
Souèges (R.), 574.
Soula (C.), 454, 617, 657, 658, 692.
Soula (J.), 420.
Souques (A.), 616.
Spath (E.), 172.
Spengler (E.), 284.
Spillmann (L.), 212.
Spillmann (P.), 279.
Spineanu (C.), 757.
Staeckel (Paul), **474** à **478**.
Stahling (Ch.), 38.
Stansbie (J.-H.), 128.
Stanton (T.-E.), 417.
Stark (J.), 90, 580, 728.
Starling (W.-W.), 282.
Stassano (H.), 40, 656, 658.
Staub, 414, 535.
Stead (J.-E.), 458.
Steele (V.), 804.
Steenwijk (J.-E. de Vos van), 499.
Stefanescu (S.), 453.
Steiner (K.), 130.
Stephen (H.), 457, 539.
Stephens (J.-W.), 496.
Stern (Mlle L.), 454, 725.
Sterneck (R. von), 460.
Steubing (W.), 91.
Stevens (H.-P.), 764.
Still (Ch.-J.), 42.
Stirling (Sir J.), 577.
Stodel (G.), 87.
Stoilow (S.), 756.
Stok (J.-P. van der), 43.
Stokvis (L. G.), 722.
Strevens (J.-L.), 283.
Strohl (J.), **595** à **610**.
Stromeyer (C.-E.), 761.
Strutt (R.-J.), 214, 762.
Struve (H.), 90.
Strymbau (Mlle M.), 127.
Stuart (J.-Mc A.), 283.
Stubbs (L.), 283.
Sturany (R.), 700.
Suchy (C. Th.), 91.
Suess (E.), 533.
Sundberg (C.-G.), 454.
Suppantschitsch (R.), 655.
Swyngedauw (R.), 124, 166, 210, 415.
Székely de Doba (Mlle A.), 728.
Szilard (B.), 278, 411.

T

Tabellini (G.), 420.
Taboury (F.), 723, 756.
Taffanel (J.), 86.
Tainton (U.-C.), 418.
Tamarkine, 725.
Tammes (Mlle T.), 500.
Tannenberg (W. de), 615.
Tanret (C.), 495, 573, 574, 727, 799.
Tanret (G.), 533, 618, 723.
Tarazona (I.), 798.
Tarnarider (Mlle Th.), 757.
Tassilly (E.), 124, 163, 167, 210, 215, [illegible]
Tauleigne (A.), 124.
Taylor (Mlle C.-M.), 42.
Taylor (G.-W.), 532.
Taylor (G.-I.), 697.
Taylor (H. S.), 804.
Tedone (O.), 420.
Teissier (P.), 125, 616.
Termier (Pierre), **546** à **552**.
Terroine (Emile), 37, 212, 414, 415, 453, 723
Terwen (J.-W.), 540.
Thaller (R.), 130, 216.
Theunissen (F.), 500.
Thiébaut (F.), 86.
Thiébaut (R.), 454.
Thole (F.-B.), 215, 763.
Thomas (J.-S.), 215.
Thomas (P.), 408, 616, 723.
Thompson (S.-P.), 418.
Thompson (W.-R.), 40.
Thomson (D.), 761.
Thomson (J.-G.), 761.
Thomson (Sir J.-J.), 719, 762.
Thonus (J.-C.), 131.
Thornton (H.-G.), 761.
Thornton (W.-M.), 538.
Thorpe (J.-F.), 170.
Thulin (I.), 211, 415.
Tieghem (Ph. van), 534.
Tieri (L.), 132.
Tiffeneau (M.), 42, 88, 162, 616, 693.
Tilden (Sir William-A.), 753.
Tilmant (A.), 280, 535.
Timmermans (J.), 412.
Tinkler (Ch.-K.), 89, 457.
Tino (O.), 757.
Tissot (J.), 88, 615, 656, 692.
Tither ey (A.-W.), 170, 283, 539.
Toch (M.), 727.
Toit (D.-F. du), 131.
Toldt (C.), 216.
Toltschinsky (A.), 126.
Tonelli (L.), 420, 656, 693.
Tonnet (J.), 535, 759, 801.
Torkomian (V.-H.), 575.
Tosi (A.), 420.
Traube (J.), 129.
Tresfont (E.), 37.
Trévet, 281.
Trillat (A.), 85, 210, 575, 657, 818.
Tronquoy (R.), 694.
Tropsch (H.), 172, 620.
Trotman (S.-R.), 129.
Trotter (J.), 804.
Tschugaeff (L.), 722, 723.
Tucker (S.-A.), 129.
Tufüer (Th.), 279, 575, 800.
Turin (André), 751.
Turnbull (A.), 418.
Turner (E.-D.), 496.
Turner (E.-E.), 282.
Turner (W.-E.-S.), 42, 170, 418, 419, 496, 539, 578, 698, 763.
Turpain (A.), 574, 651.
Tutin (F.), 89, 90, 128, 282, 804.
Twiss (D.-F.), 170, 763.
Tzanck (A.), 40, 87.
Tzitzeica (G.), 38.

U

Uller (K.), 498.
Ullmann (F.), 720.
Urbain (G.), 275, 494, 757, 761, 798.
Uven (J. van), 540, 660, 763.

V

Vacca (G.), 132, 420.
Vahram (K.), 759.
Vaillant (Ch.), 799.
Vaillant (P.), 452.
Valcovici (V.), 124, 411.
Valdiguié (A.), 695.
Valentiner (S.), 130, 580.
Vallaux (Camille), **433** à **440**.
Vallier (E.), 799.
Vallon (Ch.), 211.
Vallot (J.), 85.
Valsan (G.), 85.
Vanlair, 453.
Vanstone (E.), 42, 579.
Vanzetti (B.-L.), 132.
Variot, 573.
Vassart (Abbé), 120.
Vasseur (G.), 124.
Vasticar, 533, 534, 575.
Vaucher (Alphonse), 718.
Vavon (G.), 209.
Vayssière (A.), 164, 694, 758.
Vayssière (P.), 36, 207, 410, 613.
Vecchi (M.), 132.
Veres (M.), 86.
Verkade (P.-E.), 216.
Vermeulen (H.-A.), 44.
Vermorel (V.), 756.
Verneri (Joannis), 161.
Vernes (A.), 279, 414.
Véronnet (Al.), 209, 278, 655.
Vialatte (Ch.), 452, 659.
Viale (G.), 460.
Vidal (E.), 694.
Vidal (J.-L.), 413, 533.
Vignon (L.), 574, 657.
Vigu er (A.), 725.
Vila (A.), 85, 279.
Villaret (M.), 576, 801.
Villiers (A.), 722, 761.
Vincent (H.), 87, **365** à **366**, 575.
Vinet (E.), 413.
Violle (H.), 210, 656.
Viré (Arm.), 39.
Virieux (J.), 454.
Visentini (A.), 132.
Visser (S.-W.), 44.
Vlès (F.), 88, 533, 535, 575.
Vogl (Mlle M.), 172.
Voisenet (E.), 125, 411.
Volmar, 452, 495, 777.
Volterra (V.), 611.
Voronoff (Dr), 694.
Vos (Mlle J.), 616.
Vries (Hendrick de), 539.
Vries (Hugo de), **187** à **191**.
Vries (Jean de), 284, 499, 540, 660, 763.
Vuillemin (Paul), **24** à **30**.
Vuillet (A.), 454.
Vujevic (P.), 420.

W

Waage (E.), 216.
Waals (J. D. van der), 91, 284, 540.
Waals Jr (J. D. van der), 540.
Wade (W.-R.), 242.
Waele (H. de), 535.
Waetzmann (E.), 699.
Wager (H.), 538.
Wagner (A.-J.), 700.
Waldeyer (W.), 90.
Walker (A.-J.), 579.
Walker (E.-W.-A.), 417.
Walker (G.-W.), 89, 496, 527.
Walker (J.), 214, 815.
Walker (Mlle N.), 539.
Wallace (A. R.), 816.
Wallach (R.), 722.
Waller (A.-D.), 761.
Wallich (V.), 534.
Wallerant (F.), 124, 209, 279, 535, 615.
Walmsley (H.-P.), 619.
Walstra (K.-W.), 215, 284, 660, 763.
Walter (L. H.), 801.
Walther (Dr), 279, 818.
Walther (A.), 499.
Walton (A.-J.), 578.
Warburg (E.), 171.
Warcollier (G.), 452.
Ward (P.-J.), 90.
Warner (Ch.-H.), 538.
Wartenberg (H. von), 497.
Wassmuth (A.), 283.
Watrin (J.), 694, 695, 725.
Watson (D.-P.), 659, 802.
Watson (E.-R.), 43, 170.
Watteville (C. de), 722.
Weber (A.), **779** à **791**.
Weber (Heinrich), 274.
Weber (Sophus), 44.
Weberitsch (S.-R.), 700.
Weill (Mlle J.), 278, 725.
Weinberg (M.), 280, 454, 535, 724.
Weir Mitchell, 167.
Weiss (Pierre), **12** à **21**, 38, 85
Weissberge (H.), 658.
Weizmann (Ch.), 457, 539.
Wensink (Mlle D.-W.), 540.
Werner (A.), 449, 798.
Werner (E.-A.), 90, 418.
Wertheimer (E.), 454, 725.
Wertheim-Salomonson (J.-K.-A.), 92, 500.
Wesendonk (K. von), 579.
Wessberge (H.), 695.
Weyl (Hermann), 119.
Weyl (Th.), 689.
Weymann (G.), 171.
Wheeler (R.-V.), 215.
Wheldale (M.), 417.
Whiddington (R.), 417.
White (G.-N.), 419.
Wichmann (A.), 44, 764.
Widal (F.), 40, 724.
Wien (W.), 458.
Wigand (A.), 43, 498.
Wildeman (Em. de), 754.
Wilkens (A.), 620.
Williams (R.-S.), 212.
Willis (J.-C.), 659.
Willson (G.-F.), 128.
Willstætter (R.), 620.
Wilsdon (B.-H.), 42.
Wilson (E.), 537, 697.
Winkler (F.), 419.
Winmill (T.-F.), 698.
Wintrebert (P.), 211, 212, 280.
Witte (H.), 459.
Witz (Aimé), 719, 793.
Wohlgemuth (H.), 616, 722, 727.
Wolf (K.), 420, 460.
Wolff (J.) 39, 494.
Wolff (L.-K.), 216, 660.
Wolfke (M.), 90, 129, 171.
Wollaston (T.-R.), 458.
Wollman (E.), 534.
Wologdine (S.), 210
Woltjer (Jr.), 660.
Wood (A.-B.), 619.
Wood (J.-K.), 539.
Wood (R.-W.), 418, 494, 534, 576, 612, 615, 695.
Woodhouse (Mlle H.), 42.
Worley (F.-P.), 538.
Worley (R.-P.), 170.
Wourtzel (Eug.), 278.
Wren (H.), 42.
Wright (L.-T.), 283.
Wright (R.), 90, 214, 419.
Wurtz (R.), 125.
Wynne (W.-P.), 804.

Y

Young (Ch.-R.), 539.
Yung (Em.), 39, 452.

Z

Zacon (L.), 82, 721
Zaepffel (Edg.), 721.
Zahn (H.), 129.
Zambaco, 39.
Zambonini (T.), 132
Zeeman (P.), 754.
Zehnder (L.), 130.
Zeiller (R.), 653.
Zellner (J.), 172.
Zickner (G.), 171.
Zimmer (O.), 130.
Zimmermann (H.), 90.
Zoretti (L.), 651.
Zuber, 617, 801.
Zumbiehl, **362** à **365**.
Zunz (E.), 414, 695, 725.
Zwardemaker (H.), 92.

PARIS. — L. MARETHEUX, IMPRIMEUR, 1, RUE CASSETTE.

5 WHSE 02320